JUL 1956
LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE

1121
1158
1134
1141

日本水産学会誌 第二十一巻 第十一号 昭和三十一年三月二十五日発行 通巻（第二十一巻第十号）

日本水産学会誌

第二十一巻 第十一號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 21, No. 11, 1956

目次

水中に於ける各種籠網の抵抗について—Ⅲ．……谷口武夫……1107
水中を動く網地が受ける水の抵抗—Ⅲ．網糸の種類による流水抵抗の違い
……野村正恒・森 敬四郎……1110
水中を動く網地が受ける水の抵抗—Ⅴ．網地の吹かれ……野村正恒・森 敬四郎……1114
水産資源の力学的取扱—Ⅰ．単一魚種資源の力学的特性……土井長之……1121
潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究—Ⅰ．海水中の溶存酸素と燐酸塩との関係について
……松平近義・岩崎英雄・津田 勉……1134
潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究—Ⅱ．プランクトン資源分布
……松平近義・岩崎英雄・津田 勉……1141
各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就いての実験—Ⅲ．……藤田惣吉……1144
各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就いての実験—Ⅳ．……藤田惣吉……1148
A note on the poison of a barracuda, *Sphyraena picuda* Bloch & Schneider
……Yoshiro Hashimoto……1153
魚類の血液ヘモグロビンに関する研究—Ⅰ．……松浦文雄・橋本周久……1153
魚類肉蛋白のアミノ酸組成について
……鴻巣章二・香取進一・太田良三・江口貞也・森 高次郎……1163
水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅳ．再びアレルギー様食中毒の発生例について
……河端俊治・石坂公成・三浦利之……1167
水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅴ．摘出腸管及び子宮法よりみた Trimethylamine と Trimethylamine oxide の Histamine 及び "Saurine" に対する影響
……河端俊治・石坂公成・三浦利之……1172
水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅵ．生体実験よりみた Trimethylamine と Trimethylamine oxide の Histamine 及び "Saurine" に対する影響
……河端俊治・石坂公成・三浦利之……1177
貝類廃棄部の利用に関する研究—Ⅳ．鶏の生長に及ぼすイタヤ貝内臓液化物の効果
……富山哲夫・米 康夫・加藤嘉太郎・鄧田 淳・小柳武夫・内田正五郎・
加藤五郎・田中佐朔……1181

昭和三十一年
日本水産学会
The Japanese Society of Scientific Fisheries
TOKYO

CONTENTS

On the resistance of various cod ends fixed in a stream—III.
.....Takeo TANIGUCHI.....1107
Resistance of plane net against flow of water—III. Effect of kind of fibers on the resistance of net..... Masatsune NOMURA and Keishiro MORI.....1110
Resistance of plane net against flow of water—V. On the inclination of net in a current..... Masatsune NOMURA and Keishiro MORI.....1114
Dynamical treatment of exploitation of aquatic resources—I. Dynamic characteristics of a single fish population.....Takeuki Doi.....1121
On the quantitative ecology of the marine population in the boundary zone—I. On the relationship between the dissolved oxygen and the phosphate in the sea water
.....Chikayoshi MATSUDAIRA, Hideo IWASAKI and Tutomu TSUDA.....1134
On the quantitative ecology of the marine population in the boundary zone—II. Quantitative distribution of plankton population
.....Chikayoshi MATSUDAIRA, Hideo IWASAKI and Tsutomu TSUDA.....1141
Experiments on the effects of various kinds and combinations of chemical fertilizers on the reproduction of *Cyclops hyalinus*—III.
.....Soukichi HUZITA.....1144
Experiments on the effects of various kinds and combinations of chemical fertilizers on the reproduction of *Daphnia longispina*—IV.
.....Scukiti HUZITA.....1148
A note on the poison of a barracuda, *Sphyraena picuda* BLOCH & SCHNEIDER
.....Yoshiro HASHIMOTO.....1153
Chemical studies on the blood hemoglobins of fishes—I.
.....Fumio MATSUURA and Kanehisa HASHIMOTO.....1158
Amino acid composition of fish muscle protein.....Shoji KONOSU, Shin-ichi KATORI, Ryozo OTA, Sadanari EGUCHI and Takajiro MORI.....1163
Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products—IV. Epidemiology and the causative of the outbreaks of allergy-like food poisoning caused by cooked frigate-mackerel meat at Kawasaki and by "Samma sakuraboshi" at Hamamatsu.....
Toshiharu KAWABATA, Kimishige ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA.....1167
Studies on the food poisoning associated wish putrefaction of marine products—V. Influence of trimethylamine and trimethylamine oxide added to histamine or "saurine" upon their own action tested on the contractility of intestine and uterus of guinea pigs.....Toshiharu KAWABATA, Kimishige ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA.....1172
Studies on the food poisoning associated with putrefaction of marine products—VI. Influence of trimethylamine and trimethylamine oxide added to histamine or "saurine" upon their own action *in vivo*
...Toshiharu KAWABATA, Kimishige. ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA.....1177
Studies on utilization of wastes in processing shell-fish—IV.
The effect of viscera-extract of *Pecten laqueatus* on chick growth.....
Tetuo TOMIYAMA, Yasuo YONE, Yoshitaro KATO, Jun KANDA, Takeo KOYANAGI, Shogoro UCHIDA, Goro KATO and Sasaku TANAKA.....1181

水中に於ける各種嚢網の抵抗について—Ⅲ.

谷 口 武 夫
(農林省水産講習所)

On the Resistance of Various Cod Ends Fixed in a Stream—Ⅲ.

Takeo TANIGUCHI

In order to make acertain the difference of the shapes at the opening of cod ends afect to what extent upon the resistance, the author made some considerations upon the theoretical relalion between the resistance of the pyramid type cod end, $RS_n/(KS^2)$ and the shape of its opening, a/b (Eq. Ⅲ-6 and -7). Where R is the total resistance of the cod end, K the resistance of the unite area of the netting fixed perpendicularly to a stream, S_n the total area of Webbing, S the area at the opening and a/b the ratio of the height and the width at the opening.

Further, the author made a series of model experiments of four kinds of cod ends of which the value a/b are changed 1.00, 0.68, 0.50 and 0.35. Thus he compared the actually observed values with the theoretical ones and obtained the results shown in Fig. 13.

From this figure, it is found that the coincidence of the observed value of the resistance of the net with its theoretical value is satisfactory and its resistance is nearly constant within the limit of practical shape.

緒 言

前に第Ⅰ[1], 第Ⅱ[2] 報で, 嚢網の抵抗に関する要因と考えられる,, 嚢網の各型及び嚢の網口の面積変化によつて網が流れから受ける抵抗にどの程度変化を与えるかについて研究し, それらは各々実用上は全く無視される程度しか影響を受けない, 換言すると, 使用網地, 網糸の直径と脚長との比, 縮結及び使用総網地量等が等しければ嚢網の型及び網口の面積が多少変つてもそれら嚢網にかゝる抵抗はほとんど変らないことを述べた。引続き本報では, 網口の形状変化によつて抵抗に如何程変化を来たすかを知るため, 前報と同様各諸条件を一定にし, 網口のなす形は矩形であるが其の縦横比を色々変えた四角錐型嚢網について第Ⅰ報で求めた抵抗近似式にもとづいて考察し, それと実際水槽で実験によつて得た結果とを比較検討した。

理 論 的 考 察

第Ⅰ報[1] によれば網糸の直径 D, 脚の長さ L の網地に2脚のなす角が 2φ, 上下両面の三角網地の使用面積が等しく c_1, 両側面網地の使用面積が等しく c_2 なる嚢網を巾 $2b$, 高さ $2a$ の矩形の枠に取り付け, 枠の中心より嚢の尾端迄の長さを x, 2枚の上下面及び両側面のなす角を夫々 $2\theta_1$ 及び $2\theta_2$ となるように仕立てられた四角錐型嚢網 (Rep. Ⅰ, Fig. 4) を流水中に固定した時, この嚢網が受ける抵抗 R は

$$R=2K\{(1-\cos^2\varphi\cos^2\theta_1)c_1+(1-\cos^2\varphi\cos^2\theta_2)c_2\} \qquad (Ⅲ\text{-}1)$$

の関係で表わされた。こゝに K は単位の網地を流れに垂直に固定したとき流れの方向に働く抵抗で,

$$K=\frac{C_D}{2}\rho U^2\frac{D}{L}\sec\varphi\operatorname{cosec}\varphi$$

で表わされ, C_D, ρ 及び U は夫々網糸の抗力係数, 流体の密度及び流速を表わす。

そこで Fig. 12 に示すように, 嚢の型 (四角錐型), 嚢の網口の面積, 使用網地総面積, 縮結, 網糸の直径と脚長との比, 網糸の種類等材料上及び構成上の諸要因を一定にし, 網口の縦横の比を色々に変化させた場合の抵抗変化の関係を求めるため,

1955 年 9 月 8 日受理

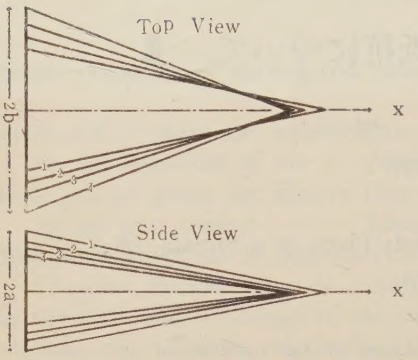


Fig. 12. The comparative figure of some shapes that are expected theoretically on four kinds of the pyramid type cod ends of which the ratio of the height and the width at the opening (a/b) are changed 1.00, 0.68, 0.50 and 0.35, provided that another resistance-factors are maintained constant.

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= b\sqrt{x^2+a^2}, \qquad c_2 = a\sqrt{x^2+b^2} \\ \cos^2\theta_1 &= x^2/(x^2+a^2) \\ \cos^2\theta_2 &= x^2/(x^2+b^2) \end{aligned}\right\} \quad (\text{Ⅲ-2})$$

とおき，網口の面積 S 及び使用網地総面積 S_n は夫々

$$\left.\begin{aligned} S &= 4ab \\ S_n &= 2\{a\sqrt{x^2+b^2}+b\sqrt{x^2+a^2}\} \end{aligned}\right\} \quad (\text{Ⅲ-3})$$

であるから，

$$\left.\begin{aligned} 2a/\sqrt{S} &\equiv \alpha, \qquad 2b/\sqrt{S} \equiv \beta \\ x/\sqrt{S} &\equiv l, \qquad S_n/S \equiv \nu \end{aligned}\right\} \quad (\text{Ⅲ-4})$$

とおく。又，（Ⅲ-3）式と（Ⅲ-4）式より

$$\nu = \alpha\sqrt{l^2+1/(4\alpha^2)}+1/\alpha\sqrt{l^2+\alpha^2/4} \quad (\text{Ⅲ-5})$$

となる。これらの関係を（Ⅲ-1）式に代入すると

$$\begin{aligned} RS_n/(KS^2) = {} & (\alpha\sqrt{l^2+1/(4\alpha^2)}+1/\alpha\sqrt{l^2+\alpha^2/4}) \\ & \times\{(1-\cos^2\varphi\, l^2/(l^2+\alpha^2/4))\ 1/\alpha\sqrt{l^2+\alpha^2/4} \\ & +(1-\cos^2\varphi\, l^2/(l^2+1/4\alpha^2))\ \alpha\sqrt{l^2+1/(4\alpha^2)}\} \end{aligned} \quad (\text{Ⅲ-6})$$

が得られる。この式で α^2 は網口の縦横の長さの比 a/b で表わされ，又 l^2 は（Ⅲ-5）式を有理化すると

$$l = \{-(\nu^2\alpha^2+\nu^2/\alpha^2)+\sqrt{(\nu^2\alpha^2+\nu^2/\alpha^2)^2+(2-\alpha^4-1/\alpha^4)(\nu^4-\nu^2)}\}/(2-\alpha^4-1/\alpha^4) \quad (\text{Ⅲ-7})$$

となる。以上（Ⅲ-6）及び（Ⅲ-7）の各式より ν を適当に決めれば，各抵抗要因が一定のもとの，四角錐型嚢網の網口の形状を色々変化させた場合に対する抵抗変化量が $RS_n/(KS^2)$ を a/b の函数として表わされることより，計算により推定出来る。

実　　験

前報[1),2)]と同一の網地を用い，縮結，使用網地総面積等各諸条件を等しく作製したものを網口を形ち取る竹製の枠の面積は一定であるが，其の縦横の長さの比が，1.00. 0.68, 0.50, 0.34 の4通りの四角錐型嚢網について実験した。尚使用した網地の種類，太さ，目合，嚢の寸法等の詳細は Table 3 に示す。

Table 3. Detail of Cod Ends used in the Experiments.

	Size of Cod Ends			
	Height at Opening ($2a$ cm.)	Width at Opening ($2b$ cm.)	Depth at Central part (x cm.)	Ratio of Height and Width at Opening (a/b)
1	19.8	19.8	49.5	1.00
2	16.3	24.0	46.0	0.68
3	14.0	28.0	44.3	0.50
4	11.5	34.0	43.4	0.35

Type of Cod End : The pyramid type cod end ; Material and Size of Thread : Cotton, 20's 4 yarns, 0.06 cm. in diameter. 0.85 cm. in stretched mesh ; Area at the Opening of Cod End : 392 cm^2. ; Angle between Two Adjacent Arms : 90° ; Total Area of Netting : 1910 cm^2.

理論及び実験結果の比較検討

網口の形状変化が嚢網の抵抗変化にどの程度影響を及ぼすかを調べるため，理論的考察に於て $RS_n/(KS^2)$ を a/b の函数として表わした曲線と実際水槽実験から得た結果とを比較したものを Fig. 13 に示す。図中実線は計算値で，点は実験値，丸印は平均値を示す。

これによると理論的には網口の縦横の長さの比が大きくなるにつれ，抵抗は極くわづかづゝではあるが減

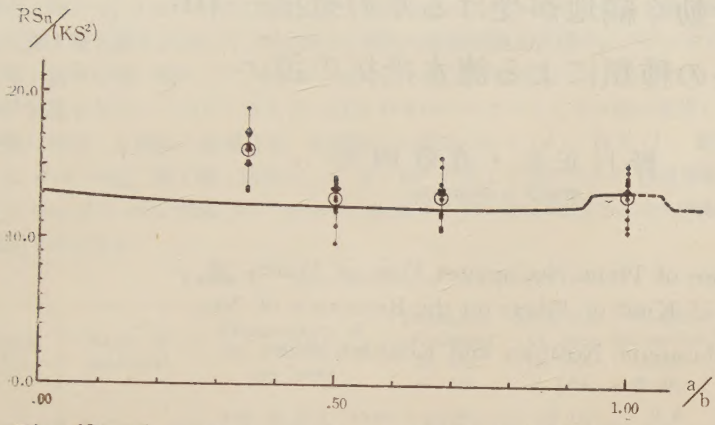


Fig. 13. The resistance of the cod ends (RSn/KS^2) are plotted against the value a/b, where R is the total resistance of cod end, K the resistance of the unit area of the netting fixed perpendicularly to a stream. S_n the total area of webbing. S the area at the opening and a/b the ratio of the height and width at the opening. On this figure, the curve denotes the theoretical value, the dots the experimental ones and the circular signs the mean of these.

少し，縦横比が 0.75 附近を極小に，以後逆に極くわづかづゝではあるが増大する傾向にあり，網口の形が正方形（縦横比が 1.00）に近づくと僅かながら急激な増加を示し曲線は恰も 1.00 を中心とした唐傘状を呈する。しかし全体的にみてこれらの変化はほとんど無視出来る程度で抵抗は網口の縦横の割合の如何を問わず大略一定と考えられる。実測値も大体この傾向がみられ，網口の縦横比が余り小さくない範囲のもの（$0.4 < a/b < 1.0$）では其の間の嚢網の抵抗はほゞ一定とみなされるが，其の比が比較的小さいもの（$a/b < 0.35$）では予想より稍々大きく実測された。

この理由としては，第Ⅱ報[2]に於て，嚢網の形状が平面網的になるに従い計算値より実測値が稍々大きく得られることを指摘したが，この場合はこれに加えて，網口の縦横比が小さくなると上下両網面（或は両側面網）が極めて接近し，嚢網中を貫流する流れの模様が複雑化する等，為にこのように予想より大きく実測されたものと考えられるが，この程度の実験ではこの原因の何辺にあるか推測は困難である。何れにしても一応は網口の縦横の長さの比が 0.30 乃至 0.40 程度になると，前記理論式の適用には注意を要する。しかし普通に操業されている曳網類の網口程度のものでは，かゝる考慮を要するものは極めて稀で，一般には網口の形状を多少変化させても，其の他の主要な要素が同じであるならば，それらの嚢網の抵抗はほとんど変化しないものと考えられる。

終りに本実験並びに本文を草するに当り，御懇切な指導を賜つた，京都大学，川上太左英教授に深甚の謝意を表する。

引 用 文 献

1) Taniguchi, T; On the Resistance of Various Cod Ends fixed in a Stream—Ⅰ. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **21** (5), 9 (1955).

2) Taniguchi, T; On the Resistance of Various Cod Ends fixed in a Stream—Ⅱ. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **21** (9), 1 (1956).

水中を動く網地が受ける水の抵抗—III. 網糸の種類による流水抵抗の違い

野村正恒・森敬四郎
(東海区水産研究所)

Resistance of Plane Net against Flow of Water—III. Effect of Kind of Fibers on the Resistance of Net.

Masatsune NOMURA and Keishiro MORI

The previous report[1] has proved that coefficient of plane net resistance against vertical flow of water is different in accordance with forms of knots. In the present study an experiment has been carried out for finding differences in coefficient of the resistance among sample nets of various kinds of fibers. Of the nets used for experiment some were made of natural fibers such as cotton, manila twine, and straw rope, the others were of synthetic fibers including Amilan (polyamid), Tevilon (vinyle chloride), Silklon (polyvinyle alcohol), Cremona (polyvinyle alcohol), Kurehalon (vinylidene chloride) and Saran (vinylidene chloride). Most of them had trawler knot with the specifications as shown in table 1.

The net was stretched on a frame, 1×1 meters, of alminum bar, 0.6 centimeter in diameter, with shrinkage of 30 per cent so as to let each of meshes form a square. Towing tests for hydraulic resistance of the net were carried out at the rate of 4 to 40 cm/sec., the experimental facilities being described previously. The coefficient of net resistance was calculated from the formula $R=kv^2$ as same as performed in the preceding study, where R is the resistance of a net piece (gr.) and v the towing speed (cm/sec.). In this case, k becomes nearly constant when the value of Reynold's number ($v \cdot d/\nu$) is greater than 3×10^2 (Fig. 1), where d is the diameter of the netting cord (cm.) and ν the kenematic coefficient of viscosity (cm²/sec.).

Thus, the relationships between k and d/l in different kinds of fibers are shown in Fig. 2, where l is the mesh size (cm.). As is obvious in the figure the value of k is larger in natural fibers than in synthetic fibers with considerable differences even between synthetic fibers. It is interesting to observe the net made of cut-fiber of polyvinyle shows the value of k higher than that of the net made of endless fiber of polyamid, vinyle chloride and vinylidene chloride. From these results it may be concluded that the value of k is greatly affected by roughness on the surface of netting cord.

I. 緒　　言

第I報[1]では，本目，蛙又及び無結節網の三種類の平面網地が流水方向に対し直角に保たれた時の流水抵抗の相違について実験を行い，抵抗係数の値は蛙又，本目，無結節網の順序で小さくなることを報告した。この場合，実験に使用した網は主として綿網地で一部合成繊維を使用したにすぎなかつた。然るに近時，各種の合成繊維が各種の漁具に使用され出したので，材料の種類が異るために流水抵抗がどの程度違いを生ずるかを見る目的で本実験を行つたものである。

II. 実験材料，実験方法

網糸の種類としてとりあげたのは，天然繊維では綿，マニラトワイン，藁の3種類，合成繊維ではアミラ

1956年1月30月受理 (印刷費負担) 東海区水産研究所業績B第229号

ン，テビロン，シルクロン，クレモナ，クレハロン，サランの6種類である。これらの網糸で構成された網地はシルクロンの一部が本目結節である外は全部蛙又結節であり，一部は手編きのものを使用した。第I報の場合と同じく，1 m² の枠に網目を正方形に張るために，網地の長さを縦，横共に 142 cm にとつた。実験方法も第I報と殆んど同じで，枠に張つた網地を船型試験用水槽中にトラックの後方から吊し，網地の面が曳行方向と直角を保つ様にして，4～40 cm/sec. の流速の範囲内でトラックを走らせる事により網地を曳行した。枠は抵抗をなるべく小さくする為に直径 0.6 cm のアルミニウム管を使用した。

実験に使用した網地の縦横目数，湿潤時での網糸の太さ（d），目合（l），網地の水中重量（w），之から計算した d/l の値，第I報と同様にして $R=kv^2$ の式より求められた抵抗係数 k の値を第1表に示す。但し d ; cm, l : cm, 抵抗 R : gr/m², 流速 v : cm/sec. とする。なお実験中の水温は 19.0°～21.0°C の範囲であつた。

Table 1. Specification of net pieces used for the experiments.

Expt. No.	Kind of material	Dimensions of the thread and the mesh	Diameter of thread in wet d cm.	Mesh size of net in wet l cm.	Weight of net in water w gr.	Number of meshes	Value of d/l	Value of k
1	Cotton (20 hank)	*1 6 本 3.0 寸 *2	.079	9.0_6	2.8	15.5×15.5	$.008_7$	0.30
2		9 本 2.6 寸	.101	7.5_9	4.5	18.5×18.5	$.013_3$	0.33
3		6 本 0.77 寸	.091	2.3_4	18.5	60×61	$.038_8$	1.07
4		6 本 0.64 寸	.080	1.9_4	13.5	73×73	$.040_8$	1.60
5		4 本 0.56 寸	.072	1.6_9	14.9	83.5×84.5	$.042_6$	1.72
6	manila twine	*3 1.3 叉 5.0 寸	.341	13.1	49.2	11.0×10.5	$.026_1$	0.61
7		1.0 叉 3.0 寸	.220	8.3_8	42.1	17.0×17.5	$.026_2$	0.68
8		1.3 叉 4.0 寸	.341	10.8	63.5	13.0×13.5	$.031_5$	0.76
9		1.0 叉 2.0 寸	.220	5.4_9	79.2	26×26	$.040_1$	1.40
10	Straw rope	*2 分 2 0 寸	.750	59.2	27.9	2.5×2.	$.012_7$	0.36
11		2 分 6.6 寸	.750	20.2	88.9	7×7	$.037_2$	1.26
12		2 分 5.0 寸	.750	15.3	121.5	9.0×9.5	$.049_9$	2.09
13		2 分 9.0 寸	.750	27.4	61.4	5.0×5.5	$.027_4$	0.80
14	Amilan (210 denier)	12 本 2.0 寸	.102	6.5_9	3.5	21×22	$.015_4$	0.30
15		30 本 2.0 寸	.157	6.8_3	10.2	21.0×20.5	$.023_0$	0.57
16		6 本 0.7 寸	.067	2.2_0	6.3	64.5×64.5	$.030_8$	0.77
17		4 本 0.58 寸	.060	1.8_2	8.05	78×78	$.033_0$	0.81
18	Tevilon (260 denier)	15 本 2.0 寸	.104	6.4_5	10.0	22×22	$.016_1$	0.34
19		30 本 3.0 寸	.162	9.1_5	19.5	15.5×15.5	$.017_7$	0.33
20		60 本 3.0 寸	.206	8.8_7	32.0	16×16	$.023_2$	0.49
21		30 本 2.0 寸	.162	6.3_0	21.0	22×22	$.025_7$	0.51
22		60 本 2.0 寸	.206	6.4_5	47.5	23×22	$.032_7$	0.63
23		60 本 1.5 寸	.206	4.6_5	75.5	30.5×30.5	$.044_4$	0.94
24		6 本 0.45 寸	.068	1.3_7	28.5	103×103	$.049_6$	1.35
25	Silklon (270 denier)	6 本 1.8 寸	.085	5.2_0	4.1	27.5×27.0	$.015_3$	0.40
26		18 本 2.45 寸	.159	7.1_8	10.3	19.5×19.5	$.022_1$	0.46
27		*5 6 本 1.0 寸	.085	3.1_0	8.8	46×46	$.027_4$	0.67
28		18 本 1.8 寸	.159	5.0_6	16.2	28×28	$.031_5$	0.79
29		*5 36 本 1.5 寸	.196	4.5_8	36.6	31×31	$.042_8$	1.24
30		*5 6 本 0.5 寸	.085	1.6_9	17.6	88.5×88.5	$.053_2$	1.32
31		*5 18 本 1.0 寸	.159	2.9_2	30.1	48.5×48.5	$.054_5$	1.49
32	Cremona (20 hank)	4 本 2.0 寸	.067	5.9_0	2.0	24×24	$.011_4$	0.34
33		21 本 3.0 寸	.160	8.2_2	12.5	17×17	$.019_5$	0.49
34		21 本 2.0 寸	.162	6.0_8	22.0	23.0×23.5	$.026_8$	0.84
35		45 本 3.0 寸	.241	8.3_5	26.5	17×17	$.028_9$	0.91
36		*6 6 本 0.66 寸	.079	1.7_8	13.4	80.0×79.5	$.044_3$	1.66
37		6 本 0.43 寸	.085	1.1_5	26.8	123×123	$.074_0$	4.63
38	Krehalon (360 denier)	30 本 2.9 寸	.171	8.8_7	40.0	16×16	$.019_3$	0.36
39		72 本 3.0 寸	.262	9.1_5	80.5	15.5×15.5	$.028_8$	0.49
40		18 本 1.5 寸	.115	4.8_0	36.5	29.5×29.5	$.024_0$	0.49

41		18 本 1.0 寸	.115	2.9_0	73.0	49×49	$.039_8$	1.10
42		6 本 0.4 寸	.074	1.3_4	55.9	106×105	$.055_2$	1.65
43		9 本 1.25 寸	.075	3.9_1	20.7	36.0×36.5	$.019_2$	0.41
44		24 本 3.0 寸	.199	9.1_5	68.3	15.5×15.5	$.021_8$	0.46
45	*7Saran	30 本 3.0 寸	.242	9.2_8	86.6	15.0×15.5	$.026_1$	0.48
46		36 本 3.0 寸	.247	9.2_8	111.2	15.0×15.5	$.026_6$	0.55
47		6 本 0.4 寸	.064	1.1_9	53.3	109×109	$.053_7$	1.61

Notes :

*1 : Expression of dimension of the thread by unit of yarn *Hon* (*hon* means yarns)

*2 : Expression of streched length of a mesh by unit of length *Sun* (1 *sun*=3.03 cm.)

*3 : Expression of dimension of manila twine thread by unit of weight *Monme* (1 *monme*=3.75 grams) per 5 feets.

*4 : Expression of dimension of straw rope by unit of length *Bu* (1 *bu*=0.303 cm.) in diameter.

*5 : These nets had flat knot.

*6 : Material was kanebian.

*7 : In case of Saran nets, the filaments of 6 and 9 yarns thread were 360 denier and others were 1,000 denier.

III. 実験結果と考察

抵抗係数 k は速度の遅い所では1枚の網地について変動が大きいが，ν を動粘性係数としたとき $v \cdot d/\nu$ の値が大約 3×10^2 以上になる様な流速 v に於ては k の値もほゞ一定してくる。第1表に載せたこの場合の k の値と d/l との関係を天然繊維，合成繊維の別にプロットして第1図に示した。

これによると d/l が等しい時には天然繊維は明らかに合成繊維より抵抗係数 k は大きい値を示している。天然繊維間では，その値にそう大きな違いはなく，藁が綿とトワインに比して若干大きい値を示す。一方合

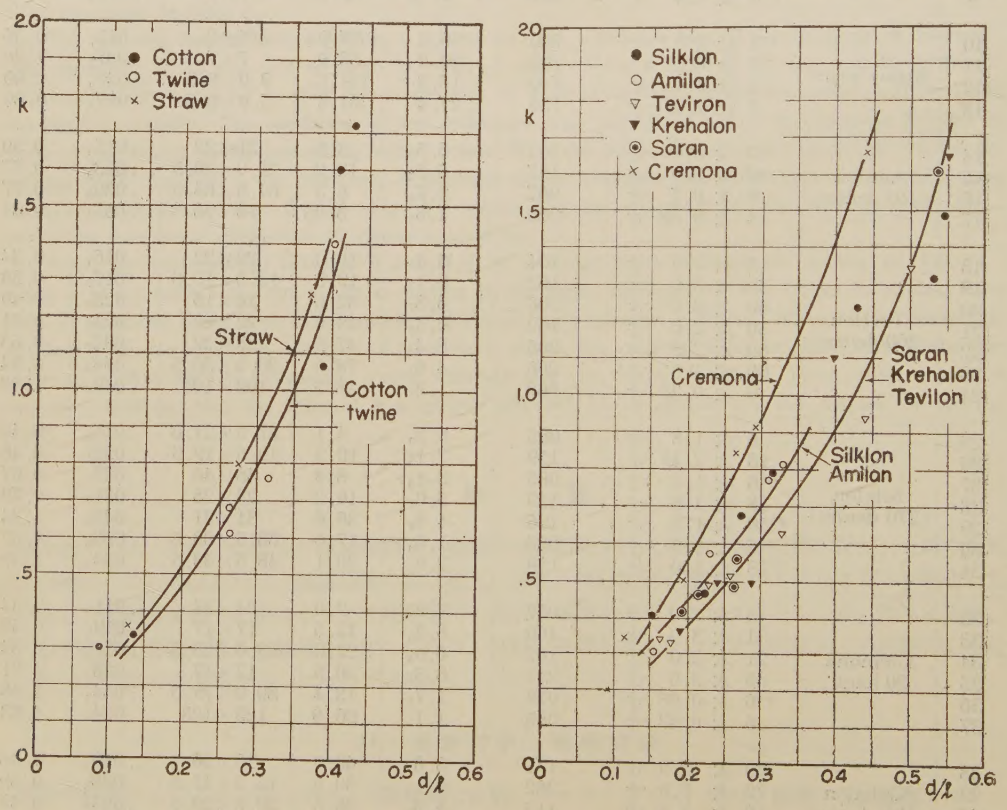


Fig. 1. The relation between d/l and the coefficient of water resistance k.

成繊維間では種類によつて k の値に若干の相違が見られ，その違いは一般に短繊維より長繊維のものが k の値は小さい。恐らく網地を構成する網糸の表面の粗滑の違い，表面のケバ立ちの有無などが原因であろうと思われる。

終りに臨み御指導をいたゞいた宮本秀明先生，原稿の御校閲を賜つた源生一太郎所長に対し深く感謝の誠を捧げる。亦，実験材料の呈供を御願いした帝国人絹，紡機製造，倉敷レイヨン，呉羽化成，旭化成，三鷹漁網並びに平田紡績の各会社各位に対し深甚の謝意を申し上げる。

V. 文　　献

1) 宮本秀明・野村正恒・下崎吉矩；水中を動く網地が受ける水の抵抗—I. 本目，蛙又及び無結節網地の流水抵抗の違い．本誌 **17** (8, 9), 39～44 (1952).

水中を動く網地が受ける水の抵抗—V.
網地の吹かれ

野村正恒・森 敬四郎
(東海区水産研究所)

Resistance of Plane Net against Flow of Water—V.
On the Inclination of Net in a Current.

Masatsune NOMURA and Keishiro MORI

Fishing nets, when set under a current of waters, are liable to deformation. Since the synthetic fiber came in use for fishing nets, the more interests have been paid for decreasing the deformation of net due to currents so as to enhance the fishing efficiency.

In continuation to the previous paper[1], experiments have been carried out to clarify the different inclinations of nets constructed of various kinds of fibers, the materials of which are listed in Table 1. Using a net stretched to a frame with an area of one square meter to make the mesh square, one side of it was kept on the water level, and the vertical distance h was measured at a current speed v in a way shown in Fig. 1. Next, the inclination of the frame without the net was also determined in the same way.

Then, the inclination of the net alone was calculated by deduction this inclinate effect of the frame itself from the former one.

Thus, the relations between the inclination h and the current speed v were obtained as shown in Fig. 2 according to different materials of the nets.

From the calculation, the weight of the net per unit in water w, under water speed v and angle of inclination θ, is expressed on the bases of diagrams in Fig. 3. by a formula :

$$w = a \cdot \frac{d}{l} \cdot \tan\theta \cdot v^2$$

where, d is the diameter of thread, l the size of a mesh and d the coefficient of resistance. It is noticed that the nets which are made of endless synthetic fibers such as Amilan (Polyamid), Saran (Vinylidene chloride), Kurehalon (Vinylidene chloride), Tevilon (Vinyle chloride) and Silklon (Polyvinyle alcohol) are larger in the value of a than the nets of natural cut-fibers. In other words, a is the coefficient chiefly depending upon roughness of the surface of the netting cord. In order to decrease the inclination of nets, it is desirable to make the value of $\frac{w}{a \cdot \left(\frac{d}{l}\right)}$ as large as possible.

I. 緒 言

網漁具，例えば定置網が流水中で，或はまた巾着網が操網中に，良好な網成りを保つているかどうかという事はその網漁具の漁獲性能を決定づける最大の条件であり，此の点について漁業者は常に多くの注意を払つている。所で比重の違う合成繊維漁網が網成り或は操業上でこれまでの天然繊維漁網とはかなり違つた状況を呈していることは，合成繊維が漁網として普及実用化されて以来漸次明らかになつて来た。さきに前報[1]で潮流に対する網糸の吹かれ方が網糸の種類によつてどの様に違うかを吟味する実験を行つたが，此の報告では次の段階として網地となつた時の吹かれ方が糸の種類で，どの様に相違するかを検討したものである。

1956 年 1 月 30 日受理 (印刷費負担) 東海区水産研究所業績 B 第 230 号

II. 実験材料並びに実験方法

実験に使用した材料は第Ⅲ報[2]のものと全く同じである。即ち取り上げた網糸の種類は第1表に示す様に天然繊維として，絹，トワイン，藁，合成繊維としてアミラン，テビロン，シルクロン，クレモナ，クレハロン，サランの計9種類である。

Table. 1. Specifications of materials used for the experiments.

Expt. No.	Kind of material	Dimention of the thread and the mesh :	Weight of net in water W gr.	Value of d/l
1	Cotton	6 本 3.00 寸	2.8	$.008_7$
2		6 本 0.64 寸	13.5	$.040_8$
3		9 本 2.60 寸	4.5	$.013_3$
4		4 本 0.56 寸	14.9	$.042_6$
5		6 本 0.77 寸	18.5	$.038_8$
6	Manila twine	1.0 匁 3.00 寸	42.1	$.026_2$
7		1.3 匁 5.00 寸	49.2	$.026_1$
8		1.0 匁 2.00 寸	79.2	$.040_1$
9		1.3 匁 4.00 寸	63.5	$.031_5$
10	Straw rope	2 分 2 尺	27.9	$.012_7$
11		2 分 9.00 寸	61.4	$.027_4$
12		2 分 5.00 寸	121.5	$.049_0$
13		2 分 6.60 寸	88.9	$.037_2$
14	Amilan	6 本 0.70 寸	6.3	$.030_8$
15		12 本 2.00 寸	3.5	$.015_4$
16		4 本 0.58 寸	8.05	$.033_0$
17		30 本 2.00 寸	10.2	$.023_0$
18	Tevilon	6 本 0.45 寸	28.5	$.049_6$
19		15 本 2.00 寸	10.0	$.016_1$
20		30 本 2.00 寸	21.0	$.025_7$
21		30 本 3.00 寸	19.5	$.017_7$
22		60 本 3.00 寸	32.0	$.023_2$
23		60 本 2.00 寸	47.5	$.032_7$
24		60 本 1.50 寸	75.5	$.044_4$
25	Silklon	6 本 1.80 寸	4.1	$.015_3$
26		*6 本 1.00 寸	8.8	$.027_4$
27		*6 本 0.50 寸	17.6	$.053_2$
28		18 本 2.45 寸	10.3	$.022_1$
29		18 本 1.80 寸	16.2	$.031_5$
30		*18 本 1.00 寸	30.1	$.054_5$
31		*36 本 1.50 寸	36.6	$.042_8$
32	Cremona	4 本 2.00 寸	2.0	$.011_4$
33		6 本 0.66 寸	13.4	$.044_3$
34		6 本 0.43 寸	26.8	$.074_0$
35		21 本 3.00 寸	12.5	$.019_5$
36		21 本 2.00 寸	22.0	$.026_6$
37		45 本 3.00 寸	26.5	$.028_9$
38	Krehalon	6 本 0.40 寸	55.9	$.055_2$
39		18 本 1.50 寸	36.5	$.024_0$
40		18 本 1.00 寸	73.0	$.039_8$
41		30 本 2.90 寸	40.0	$.019_3$
42		72 本 3.00 寸	80.5	$.028_6$
43	Saran	6 本 0.40 寸	53.3	$.053_7$
44		9 本 1.25 寸	20.7	$.019_2$
45		24 本 3.00 寸	68.3	$.021_8$
46		30 本 3.00 寸	86.6	$.026_1$
47		36 本 3.00 寸	111.2	$.026_6$

* The nets with asterisk had flat knot and all the others were of trawler knots.

網地は全て，網目を正方形に保って実験する為に，縦横共にその引き延ばした時の長さを 142 cm とし，径 0.6 cm のアルミニウム管で作った 1 m 平方の枠にとりつけた。吹かれの実験をする際には枠は出来る限り軽く抵抗の少ないものが望ましいので網をとりつけた際，枠が変形しない限度で軽く細いものとしてアルミニウム管を使用したものである。このアルミニウム枠は水中重量が 51.5 g 及び 49 g の2つを使用した。実験は船型試験用水槽を使用し，網地を張った枠の一辺を水面下 2cm の所に保ちつゝ水槽を走るトラックと共に動く様にし，他辺は自由に垂下させた。トラックを走らせて，網地に流水が当る時は，上辺を軸として廻転し任意の位置に於て平衡を保つ。此の様に枠を使用して吹かれの実験を行ったので，網地のみの吹かれを求めるには枠による影響を補正する必要がある。その補正は次の方法に従った。

まず第1図に網の吹かれの側面図を示す。

網地の水中重量は全部網の中心部にかゝるものとし，流水の全抵抗も仮りに圧力の中心にかゝるものと考

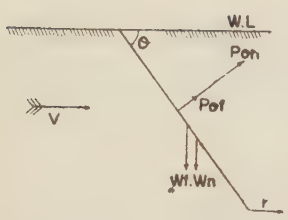


Fig. 1. Forces acting on the net and frame in a current.

ふると，枠及び網地全体についての釣合は

$$P_{\theta f}+P_{\theta n(v)}=(W_n+W_f)\cos\theta-r\sin\theta \quad \cdots\cdots(1)$$

一方枠無しで網地のみが吹かれたとした場合，吹かれの角を上と同じ θ にとる時はその流速を v' とすると

$$P_{\theta n(v')}=W_n\cos\theta \quad \cdots\cdots(2)$$

又枠のみの吹かれの釣合は

$$P_{\theta f}=W_f\cos\theta-\gamma\sin\theta \quad \cdots\cdots(3)$$

但し，こゝで，θ：網地が流水となす角度（°），v：流速（cm/sec.），$P_{\theta n(v)}$：v の時の網地の全抵抗(gr.)，$P_{\theta f}$：枠の縦棒2本分の抵抗（gr.），γ：枠の横棒1本分の抵抗(gr.)，W_n：供試網地の総水中重量（gr.），W_f：枠棒3本分の水中重量（gr）。

(1)÷(2) から

$$P_{\theta n(v)}/P_{\theta n(v')}=\{(W_n+W_f)\cos\theta-\gamma\sin\theta-P_{\theta f}\}/W_n\cos\theta \quad \cdots\cdots(4)$$

こゝで左辺の価は v^2/v'^2 となるから，枠のみの抵抗実験から γ 及び $P_{\theta f}$ が求まれば，v' は求められる。r は各速度に於ける $\theta=90°$ の時の枠の抵抗を求めその 1/4 の価をとる。一方 $P_{\theta f}$ は

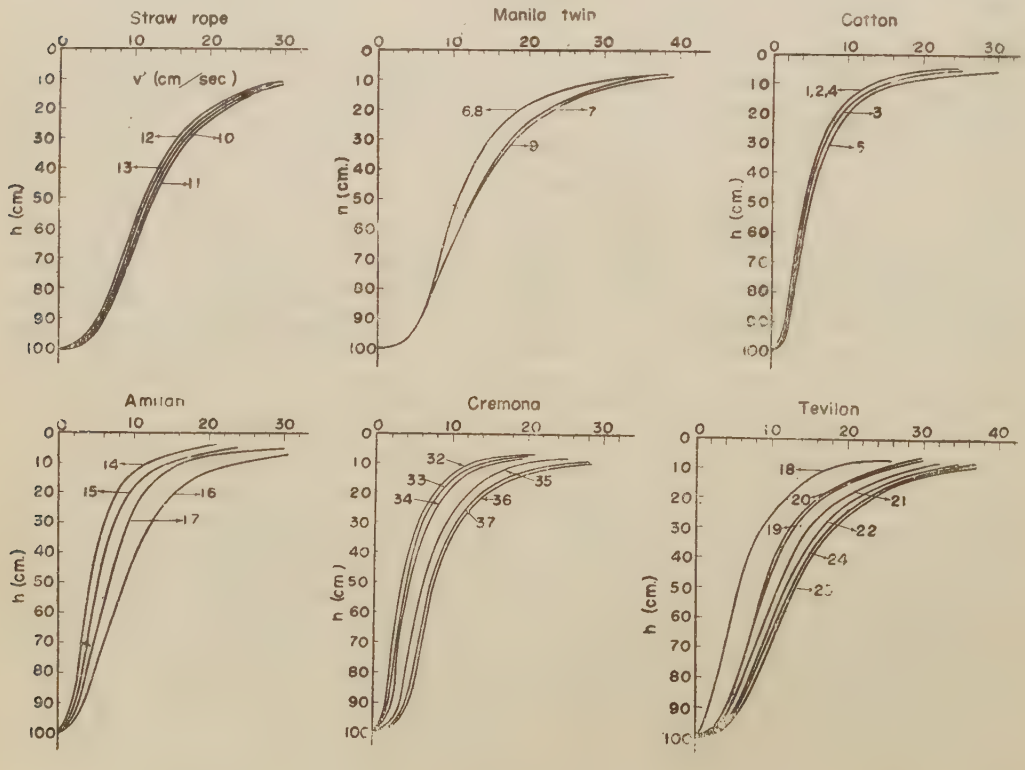
$$P_{\theta f}=\frac{\rho}{2}\cdot c_x\cdot d\cdot s\cdot v^2 \quad \cdots\cdots(5)$$

とおくと，(3) から

$$\frac{\rho}{2}c_x\cdot d\cdot s\cdot v^2=W_f\cos\theta-\gamma\sin\theta$$

但し，s：枠の棒2本分の長さ（cm），d：枠棒の直径（cm），ρ：水の密度（g/cm³）。

枠のみの抵抗実験を行えば上式から c_x と θ との関係が求められる。かくして (1) 式での θ のときの



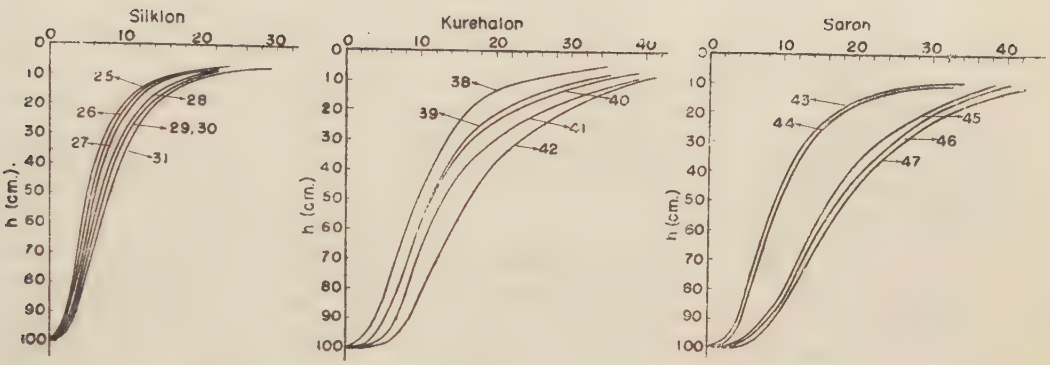


Fig. 2. The relation between current speed v' and the distance h which indicate the inclination of the net.

c_x をとり，(1) 式の v を使つて (5) に代入すれば $P_{\theta f}$ は求められる。此の際 c_x は $Re.$ 数に依つて当然変化することが予想されるが，枠のみの場合の θ と，枠に網をつけた場合の θ とが同じであるときの v の価には大した違いがないから，$Re.$ 数の変化による c_x の変化も少ないと見なし，又 (4) 式で $P_{\theta f}$ の価は他の項に比してその価が小さいことから，$P_{\theta f}$ を此の方法で求めた。

かくして (4) 式より v' を求め，θ と v' との関係を各網について求めた。第2図には，網糸の種類別に網地の $v'\sim h$ 曲線を図示した。図の中の番号は第1表に示した網地番号を示す。流速 v は 4～40 cm/sec. の範囲で1つの網地につき約6点の実験を行い，各 v 毎に吹かれの深さ h として枠の上辺から下辺までの垂直距離 (cm.) を測定したものである。

III. 実験結果とその検討

流向に対し角 θ を保つたときの網地の流れの方向の抵抗係数を d_θ，流れに垂直な方向の抵抗係数を l_θ とすると，網目が正方形に開いているときは，田内[3] に依れば

$$d_\theta = a'\left(\frac{d}{l}\right)(2-\cos^2\theta)+b'\left(\frac{d}{l}\right)^2 F$$

$$l_\theta = a'\left(\frac{d}{l}\right)\sin\theta\cdot\cos\theta+b'\left(\frac{d}{l}\right)^2 F'$$

となる。但し d は網糸の直径 l は目合を示す。従つて網地の全抵抗 $P_{\theta n}$ は次式で示される。

$$P_{\theta n}=\left\{2a'\left(\frac{d}{l}\right)\sin\theta+b'\left(\frac{d}{l}\right)^2(F\sin\theta+F'\cos\theta)\right\}s\cdot v^2$$

但し s は網地の面積とする。

F, F' は θ の函数であるがこれを const. とし，且つ $F=F'$ と見做し得るものとする。$\frac{P_{\theta n}}{s}=R$, $2a'=a$, $b'F=b$, $\frac{d}{l}=m$ とおくと上式は

$$R=\{am\sin\theta+bm^2(\sin\theta+\cos\theta)\}v^2$$

となる。網地の単位面積当りの水中重量を ω とすると (2) 式より $R=\omega\cos\theta$ となるから，上式に代入すると

$$(a+bm)\tan\theta+bm=\frac{\omega}{mv^2} \qquad \cdots\cdots(6)$$

を得る。サラン網地の例について，$\tan\theta$ と $\frac{1}{v^2}$ との関係を実験値から求めて第3図に示したが，いずれも略直線関係にあると見てよく (6) 式を満足して居り且つ殆んど原点近くを通る。従つて $\frac{bm^2}{\omega}=0$ とすると (6) 式より

$$\tan\theta=\frac{\omega}{m(a+bm)\cdot v^2}$$

$$\frac{\omega}{a\cdot m\cdot v^2\left(1+\frac{bm}{a}\right)}$$

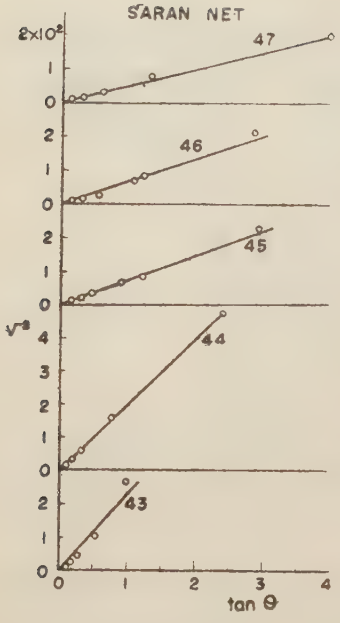


Fig. 3. The relation between value of $1/v^2$ and $\tan\theta$ in case of Saran net.

こゝで $\frac{bm}{a}$ が1に比して無視し得る程小であるとすると

$$\tan\theta \fallingdotseq -\frac{\omega}{a\cdot m\cdot v^2} \quad \cdots\cdots\cdots(7)$$

となる。

網地の吹かれ難いこと，即ち与えられた流速に於て $\tan\theta$ の大なることに対しての条件は a の値の小なること並びに $\frac{\omega}{m}$ 即ち $\frac{\omega}{d\,l}$ の値の大なることである。

a の値は網地の材料により異るものである。(7) 式が成立つものと考えて各網地につき実験による $\frac{\omega}{v^2\tan\theta}$ と d/l との関係を見ると第4図となり，之れより a の値を $c\cdot g\cdot s$ 単位で求めると，大略藁が 2.7，マニラトワイン，綿，クレモナが 2.3，その他の合成繊維が 1.8 となつた。

同一材料の糸で作られた網地については吹かれの大小は $\frac{\omega}{d/l}$ の値に関係する。此の値の大きさの順序と第2図に示される実験結果より見られる吹かれ難さの順序とを比較すると第2表の如く両者は殆んど一致している。

扨て網目の結節に要する糸の長さを σd とし，糸の密度を ρ，水の密度を ρ_w とすると

$$\omega=(2\,l+\sigma d)\frac{\pi}{4}d^2\times\frac{(\rho-\rho_w)}{l^2}=\frac{\pi}{4}(\rho-\rho_w)m^2(2+\sigma m)l$$

$$=km^2(2+\sigma m)l \quad \cdots\cdots\cdots(8)$$

但し $k=\frac{\pi}{4}(\rho-\rho_w)$ とする。

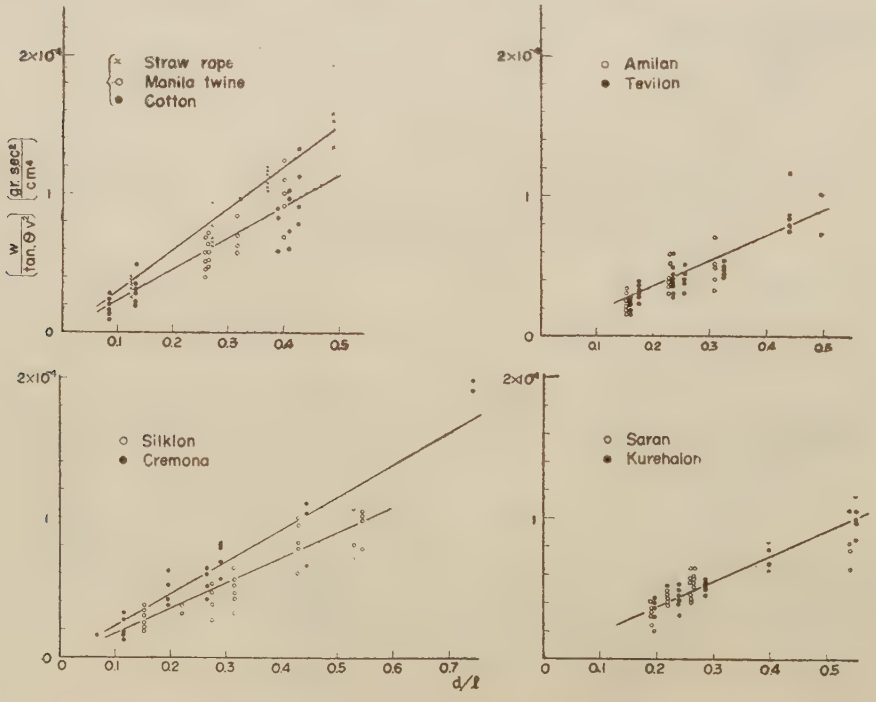


Fig. 4. The relation between value of $\frac{\omega}{\tan\theta\cdot v^2}$ and $\frac{d}{l}$.

Table 2.

Expt. No.	Kind of material	ω (gr. cm^2)	d/l	$\frac{\omega}{d/l}$	The orders in value of $\frac{\omega}{d/l}$ within same material	The orders in inclination obtained from the experiment
1		2.8×10^{-4}	0.87×10^{-2}	3.22×10^{-2}	1	1
2		13.5 〃	4.08 〃	3.30 〃	2	1
3	cotton	4.5 〃	1.33 〃	3.46 〃	3	2
4		14.9 〃	4.26 〃	3.48 〃	4	1
5		18.5 〃	3.88 〃	4.75 〃	5	3
6		42.1 〃	2.62 〃	16.1 〃	1	1
7	manila twine	49.2 〃	2.61 〃	18.8 〃	2	2
8		79.2 〃	4.01 〃	19.7 〃	3	1
9		63.5 〃	3.15 〃	20.2 〃	4	3
10		27.9 〃	1.27 〃	21.9 〃	1	3
11	straw rope	61.4 〃	2.74 〃	22.4 〃	2	4
12		121.5 〃	4.90 〃	24.8 〃	4	1
13		88.9 〃	3.72 〃	23.9 〃	3	2
14		6.3 〃	3.08 〃	2.05 〃	1	1
15	Amilan	3.5 〃	1.54 〃	2.27 〃	2	2
16		8.05 〃	3.30 〃	2.44 〃	3	4
17		10.2 〃	2.30 〃	4.44 〃	4	3
18		28.5 〃	4.96 〃	5.75 〃	1	1
19		10.0 〃	1.61 〃	6.21 〃	2	3
20		21.0 〃	2.57 〃	8.17 〃	3	2
21	Tevilon	19.5 〃	1.77 〃	11.0 〃	4	4
22		32.0 〃	2.32 〃	13.8 〃	5	5
23		47.5 〃	3.27 〃	14.5 〃	6	7
24		75.5 〃	4.44 〃	17.0 〃	7	6
25		4.1 〃	1.53 〃	2.68 〃	1	1
26		8.8 〃	2.74 〃	3.21 〃	2	2
27		17.6 〃	5.32 〃	3.31 〃	3	3
28	silklon	10.3 〃	2.21 〃	4.66 〃	4	4
29		16.2 〃	3.15 〃	5.15 〃	5	4
30		30.1 〃	5.45 〃	5.52 〃	6	5
31		36.6 〃	4.28 〃	8.55 〃	7	6
32		2.0 〃	1.14 〃	1.75 〃	1	1
33		13.4 〃	4.43 〃	3.10 〃	2	2
34	Cremona	26.8 〃	7.40 〃	3.62 〃	3	3
35		12.5 〃	1.95 〃	6.41 〃	4	4
36		22.0 〃	2.66 〃	8.27 〃	5	6
37		26.5 〃	2.89 〃	9.16 〃	6	5
38		55.9 〃	5.52 〃	10.1 〃	1	1
39		36.5 〃	2.40 〃	15.2 〃	2	2
40	Kurehalon	73.0 〃	3.98 〃	18.3 〃	3	3
41		40.0 〃	1.93 〃	20.7 〃	4	4
42		80.5 〃	2.86 〃	28.2 〃	5	5
43		53.3 〃	5.37 〃	9.92 〃	1	1
44		20.7 〃	1.92 〃	10.8 〃	2	2
45	Saran	68.3 〃	2.18 〃	31.3 〃	3	3
46		86.6 〃	2.61 〃	33.2 〃	4	4
47		111.2 〃	2.66 〃	41.8 〃	5	5

(8) 式を (7) 式に入れると

$$\tan\theta = \frac{km(2+\sigma m)l}{a\cdot v^2}$$

$$\frac{kd(2l+\sigma d)}{a\cdot l\cdot v^2}$$

従って，m, l, d, a, ρ, v の内，任意の1つが変った時の θ の増減の様子は次式の正負の結果から求められる。

$$\frac{\partial\theta}{\partial m} = \frac{2kl}{a\cdot v^2}(1+\sigma m)\cos^2\theta > 0$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial l} = \frac{-\sigma kd^2}{av^2l^2}\cos^2\theta < 0$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial d} = \frac{2k(l+\sigma d)}{a\cdot lv^2}\cos^2\theta > 0$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial a} = \frac{-kd(2l+\sigma d)}{a^2lv^2}\cos^2\theta < 0$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial\rho} = \frac{\pi m(2+\sigma ml)}{4av^2}\cos^2\theta > 0$$

$$\frac{\partial\theta}{\partial v} = \frac{-2km(2+\sigma ml)l}{av^3}\cos^2\theta < 0$$

終りに臨み，御指導を賜った宮本秀明先生，高山電嶺漁具漁法部長，原稿の御校閲並びに貴重な御教示を賜った源生一太郎所長に対し深甚の謝意を表する。亦実験材料に御配慮を頂いた帝国人絹，紡機製造，倉敷レイヨン，呉羽化成，旭化成，三鷹漁網並びに平田紡績の各会社各位に対し心から御礼申上げる。

文　　献

1) 野村正恒・野沢　靖：水中を動く網地が受ける水の抵抗一Ⅳ．網糸の吹かれ，本誌 **20** (9)，762～769 (1955)．

2) 野村正恒・森　敬四郎：同上 -Ⅲ．網糸の種類による流水抵抗の違い，本誌，**21** (11)，1110～1113 (1951)．

3) 田内森三郎："水産物理学"，朝倉書店，東京 (1949)，pp. 58～64

水産資源の力学的取扱—I.
單一魚種資源の力学的特性

土 井 長 之
(東海区水産研究所)

Dynamical Treatment of Exploitation of Aquatic Resources—I.
Dynamic Characteristics of a Single Fish Population

Takeyuki Doi

In discussion of the magnitudes of animal or fish populations the Verhulst logistic equation has usually been taken as a point of departure. In this expression, density-dependent causes of mortality could affect the abundance of either the existing adult stock and the young which it produces. But, on the contrary, W. E. RICKER treats subjects of populations and equilibrium level of explcitation from reproduction curve under the assumption that no compensatory mortality occurs among mature stock. Both in earlier treatments and in RICKER's, dynamic population parameters are implicit, though static characteristies are considered.

In this paper, the writer attempts to summarize the basic theoretical information expressed in the differential equation of population dynamics, recognizing in his formulation the formal distinction between stock and recruitment. It is concerned with predicting what change of stock or catch can be obtained from a given aspect of young fish recruited to a fishery. That is, changes of abundance of stock, s, are related with recruitment, r, by the fundamental equations (1) and (2). Population parameters α, α_m and α_f are instantaneous mortality rates—— total, natural and fishing respectively : c is total catch. Recruitment will not mean the initial number of eggs or newborn young, but the number of young surviving to the specific age or the commercial size.

Refering analogously to other dynamic systems, recruitment is the intensive quantity like excitation potential, signal or input voltage and stock is the extensive quantity like response or output by the adequate transformation of corresponding variables. In an electrical system (Figs. 1 and 2, eqns. (3) and (4)), electric current, i, or output voltage e_o, corresponds to stock. Exciting or input voltage, e or e_i, corresponds to recruitment. Elements of circuit (inductance L, resistance R and capacity C) determine system parameter α or time constant T (reciprocal of α). In a mechanical system (Fig. 3 and eqn. 5), external force F, and displacement x, correspond to recruitment and stock respectively. α or T is determined by elasticity of recovering spring and damping resistance of dash pot. In a hydraulic surface system (Fig. 4 and eqn. (6)), head of hydraulic surface x and inflow v, stand for stock and recruitment respectively. Surface area and dimensions of outflow tube determine system parameters.

With application of these transformative relationships, an analogue computer could be built up in order to elucidate the mathematical problems of populations and to obtain graphically the variation of catch.

If r is impulsive, indicial and sinusoidally periodic, s is expressed in eqns (7), (11) and (13), Fig. 5 and 6. Provided r is generally periodic and of random form, s is expressed in eqns, (19), (10) and (23) by the principle of superposition.

In the present investigation attention has been directed toward a dynamic study of the explicit relation between the magnitude of population and recruitment in the case of a single fish population. But fishing changes the absolute abundance of mature fish in a stock, and may affect the numbers of recruits in subsequent years. Furthermore, it is important to consider the case of two or more

1955 年 12 月 26 日受理 (印刷費負担) 東海区水産研究所業績 第 231 号

coexisting populations. The writer will attempt to discuss these problems in later papers, regarding them as the feedback problems of networks of circuit systems.

The example given here deals with the fishery for anchovy larvae and young at Maisaka in Sizuoka Prefecture, from May 10 to June 23, 1951. Table 1 gives the catch, the number of vessels and the catch per unit vessel. It is reasonable to infer that short term fluctuating change of catch results from impulses of recruitment. The day-by-day catch is dc/dt in the notation of this paper and proportional to the population s by eqn. (2). But also, the catch per unit vessel might be considered proportional to s. From the above considerations and eqn. (7) of impulsive response, α or T can be estimated by several methods, as shown in Table 2. T is about 15 days. That is, the population will be reduced to 37 per cent 15 days after the impulsive appearance of recruitment.

The catches, the number of vessels and estimated values of population parameters for the years 1952, 53 and 54 are shown in Table 3, 4 and 5 respectively. Appearances of recruits are indicial (1952 and 53) and periodic (1954). If discrepancies between these yearly values of population parameters were expected because of changes in fishing effort or number of vessels, we could compute the natural mortality rate, α_n, and specific mortality rate from fishing (fraction caught per unit effort per day). But, for these examples, it seems that the differences in population parameters are not due primarily to changes in fishing effort but are related to differences of recruitment and environmental conditions.

1. ま　え　が　き

水産資源の変動を量的に把握することの難しさは，それ等の量自身を測定することの難しさとともに，それ等の量相互の関係式が未知であることが大きな因をなしている。例えば漁況の予報について考えてみても，漁獲変動を支配するところの資源の特性が未知である故，海況等の環境要因との相関を以て推論する場合が多い。この場合には適中率は低くなるが，相関法や類似法では避け得ない障害であろう。物理的現象を例にとつて考えてみよう。ここに物体があつて，これをある高さから落した場合，数秒後の位置・速度・加速度等は，物体の運動の力学的法則が解つているので完全に求めることが出来る。温度や風向との相関を求めても無意味なものであり，それは何ら本質的な問題ではない。しかし羽毛の如きもの或は白墨の粉の如きものを落下させるならば，空気の微細な流れに影響されてその運動は把握しにくい。だがこれとても抵抗等の力を考えに入れるならば力学的法則に従つているのであつて，その動きがあまりに細いので完全に追跡することが困難であるにすぎない。この報告では以上のような力学的観念からみた資源固有の性質について論じてみたい。

水産資源の状態，或は時間的経過を表わす特性として種々な量が使用されている。資源量・recruitment・漁獲率・漁獲努力・自然死亡率・生残率等はその代表的なものである。そしてこれ等の量を結びつける関係式が当然なければならない。資源の成長の時間的変動法則（population growth law）を表わす式として

$$\frac{dN}{dt}=\varepsilon N \qquad \varepsilon：常数$$

或は Verhulst の群集密度の効果を考慮して

$$\frac{dN}{dt}=\varepsilon N\left(1-\frac{N}{L}\right) \qquad \varepsilon,\ L：常数$$

がその基本式として考えられ，Logistic 曲線として古来から論ぜられている。そして，これの一般化された形[1][2]として

$$\frac{d}{dt}\log N(t)=r(t)-d(t)$$

更には

$$\frac{dN}{dt}=f(N)-N\phi(F)$$

等の式によつて資源の成長の法則が扱われている。ここに $r(t)$ は増える率，$d(t)$ は減る率；$f(N)$ は漁獲のない場合の自然の成長法則（例えば logistic curve），F は漁獲努力であり，$\phi(F)$ は漁獲の成長法則に

及ぼす影響の項である。これらの式では recruitment についてはそれが内包されていて，式の形の上では何ら表われていない。又魚群密度の影響は成魚も稚魚も受けていることになつている。いわば recruitment を生ずる海面も含めた閉じた海面を考えて，その中での全体としての変動を上述のような観点から扱つているのである。即ち試験管の中での細菌や酵母を養殖する場合の時間的変化の如きものである。そして時間の尺度は1世代の時間に比べて充分に大きい場合にのみあてはまろう。又 Ricker は，成魚には魚群密度による効果はなくて，未成年魚にのみそれが影響するものとして，reproduction curve による資源の消長について論じている。いづれにしても recruitment の内包性については同じである。これらの考えは巨視的取扱とも言えようし，力学的には静力学に相当するであろう。

この報告に於ては，これらと観点を少し異にして考えみたい。recruitment は stock と関係はあるにしても，特定の海面では，回遊・移動等により魚族が現われ，或は漁業対象とならない稚魚が成長して漁業の対象となる大きさになつて，ここに stock が生じると考える。即ち考慮している時間の尺度は1世代のそれに比して小さい場合でも式の合理性は失われない。ここに recruitment とは卵の数或は新しく生れた稚魚の数ではなくて，広い意味に解して新しく漁業対象に入つてくるものを指す。このような言わば微視的な観点から先ず recruitment と stock とを式の上で切り離して population の変動を扱うことを試みた。即ち recruitment が或る現れ方をした場合，stock はどのような時間的経過をたどつてどのような平衡状態に近づこうとするかを調べた。

2. 基　本　式

物理現象に於ては，電流・力・エントロピーのように物質の量によつて変り得る量 (extensive) と電圧・速度・温度のように物理的系の状態を表わす量 (intensive) とがあつて，これ等の二つの量を力学的微分方程式でつなぐ。資源特性についても，これと類似的に考えて，stock を extensive な量，recruitment を intensive な量として，recruitment が原因となつて stock が結果するものとみなして次の力学的な関係式を得る。

$$\frac{ds}{dt}+\alpha s=r \quad \cdots\cdots (1)$$

$$\frac{dc}{dt}=\alpha_f s \quad \cdots\cdots (2)$$

但し

s : 資源の大きさ (尾数): magnitude of stock (number of individuals)
r : 新加入資源量，recruitment
α : 瞬時死亡率 : instantaneous mortality rate
α_n: 自然死亡率 : instantaneous mortality rate from natural causes
α_f : 漁獲死亡率 : instantaneous mortality rate from fishing
c : 全漁獲量 : total catch
t : 時間 : time

即ち stock の増え具合 $\frac{ds}{dt}$ は r から死亡数 αs を引いたものである。ここで $r(t)$, $\alpha(t)$ を知れば $s(t)$ は解ける。この微分方程式が一つの system をあたえる。そして system が決れば解を決定するものは (1) 式では α, (2) 式では α_f でありこれらを population parameter と呼ぶ。

力学的類推でこの微分方程式について考えてみよう。第1図の如き電気的模型でこの関係を示すならば，インダクタンス L と抵抗 R を直列に結んだ系で，その両端に駆動電圧 e をかけた時にそれに対する応答として流れる電圧を i とすれば

$$L\frac{di}{dt}+Ri=e \quad \cdots\cdots (3)$$

となり (1) 式と同じ関係を得る。i と e は夫々 s と r に対応する。そこで我々は (1) 式を解く代りに，第1図の電気系によつて，r の時間的変化と同じような形の時間的変化を e に与えた場合の i を測定すれ

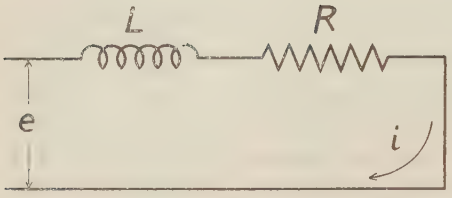


Fig. 1. Electric system constructed by inductance L and resistance R. Excitation voltage e and current i correspond to recruits r and stock s.

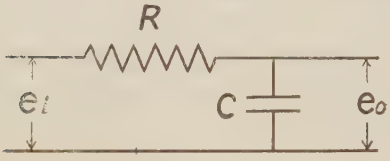


Fig. 2. Electric system constructed by resistance R and capacity C. Input voltage e_i and output voltage e_o correspond to r and s respectively.

ば s を求めることが出来る。

又第2図の如き抵抗 R と容量 C の電気系に於て，入力電圧 e_i を与えた時の応答としての出力電圧 e_o は

$$CR\frac{de_o}{dt}+e_o=e_i \quad \cdots\cdots (4)$$

となりやはり (1) 式と同じ形になる。ここでは $e_i \to r$, $e_o \to s$ と対応する。

尚，電気系に於ては信号が一方的に伝わる為に出力 e_o は充分にインピーダンスの高い後続要素（測定器）に加えられる必要がある。又真空管回路では，グリッド電圧とプレート電流との関係も同じ式が成立つ。

第3図の機械系では，バネの弾性及びダッシュポットの抵抗の係数を夫々 k_2, k_1 とすれば変位 x と外力 F は

$$k_2\frac{dx}{dt}+k_1x=F \quad \cdots\cdots (5)$$

で結びつけられてやはり (1) と同じ式になる。

第4図の如き液面系に於て，容器の面積を A，単位時間の注入流量を v として，液面の高さを x とすれば，粘性液体の流出は x に比例するから

$$A\frac{dx}{dt}+kx=v \quad \cdots\cdots (6)$$

が成立ちやはり (1) と同じ式である。

以上のことで，r—s 関係を電気系，機械系，或は液面系で解けることが明かになつた。即ち水産資源用の1種のアナログ計算機が製作可能である。但し，機械系に於ては外力，バネの弾性係数，ダッシュポットの抵抗係数等を簡単に変えることが出来ないので電気系或は液面系の方が良いだろう。電気系の L, R, C, 液面系の v, k は夫々簡単に可変にすることが出来る。又，電気系では，後述する時定数が小さいので，この点に注意する必要があろう。

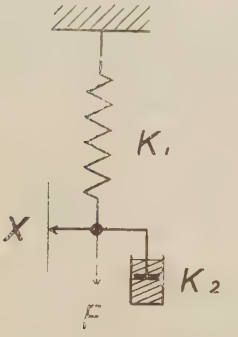
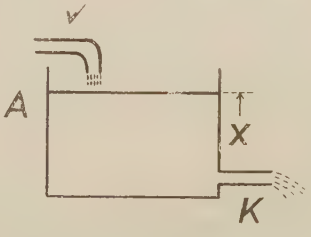


Fig. 3. Mechanic system constructed by spring and dash pot. Displacement x and external force F correspond to s and r.



Fgi. 4. Hydraulic surface system constructed by inflow v and outflow. Head of surface x and inflow v corresponed to s and r.

3. recruitment が衝撃的にあらわれる場合

瞬時死亡率 α を一定と仮定すれば(1)式は線型1次微分方程式になるから解はたやすく求められる。以下この仮定の場合の (1) 式の二，三の特徴について記すことにする。先ず recruitment r が衝撃的に添加された時の stock s の変化を求める。即ち短時間内に漁業の対象となる魚群が現れた場合に stock は如何なる変動をするかの問題である。微分方程式は線型であるから尾数を省略して単位衝撃函数を δ—函数で表わし，$t=0$ にてそれが加えられたとすれば，(1) 及び (2) 式の解は次式になる。

$$r=\delta(t)$$

$$s=h(t)=\begin{cases}0 & (t<0)\\ e^{-\alpha t} & (t>0)\end{cases} \quad \cdots\cdots (7)$$

$$c=\frac{\alpha_f}{\alpha}(1-e^{-\alpha t})$$

尚，尾数で表わす場合には最初にあらわれた尾数をこれらの式にかければよい。この注意は以下の数式すべてに共通である。r, s, c を図示すれば第5図になる。

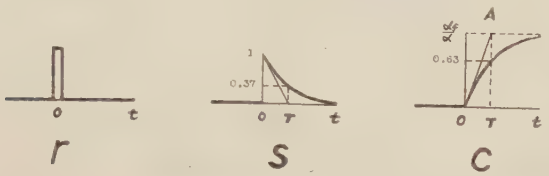


Fig. 5. Change of stock, s, and total catch, c, when aspect of recruitment, r, is impulsive.

$t=t_0$ で衝撃的に資源の添加がある場合には

$$\left.\begin{aligned} r&=\delta(t-t_0)\\ s&=\begin{cases}0 & (t<t_0)\\ e^{-\alpha(t-t_0)} & (t>t_0)\end{cases}\end{aligned}\right\}\cdots(8)$$

Population parameter α の逆数を $T\left(=\frac{1}{\alpha}\right)$ とすれば，T は時間の dimension を持ち，s が最初の 37 % (e^{-1}) になるに要する時間である。c について言えば c_∞ の 63 % ($1-e^{-1}$) になる時間である。T を時定数と呼ぶ。T の大きい系では平衡状態に達するのに長時間を要し，T の小さい系では r の変化に対してかなり忠実に s の変化が追尾する。

(7) 式の函数 $h(t)$ を余効函数と呼ぶ。即ち $t=o$ で加えられた衝撃の t 時間後の影響を与える式であるからである。

力学的模型に於けるこのような現象は電気系では瞬間的に電圧 e 或は e_i をかけた場合の i 又は e_o の変化として求め得る。機械系では，瞬間的に外力を加えた場合（即ち衝撃を加えた場合）の変位 x の変化であり，又液面系では短時間内に容器に液量を加えた場合の液面の変化である。第1図の電気系では時定数 T は L/R であり第2図の電気系では $T=CR$，機械系では $T=k_2/k_1$，液面系では $T=A/k$ である。

4. recruitment のあらわれ方が一般的な場合

次に r が任意の形で表わされる場合について考えてみる。一般に $r(t)$ は δ 函数を使つて

$$r(t)=\int_{-\infty}^{\infty}r(t_0)\delta(t-t_0)dt_0\cdots\cdots(9)$$

で表わされる。前節に於て，原因 δ の結果は余効函数 h であることがわかり，且つ (1) 式は linear な微分方程式であるから解は加え合せることが出来る。それで r が (9) 式の場合の s は $t-t_0=\tau$ と変数変換すれば (10) 式となる。

$$\begin{aligned}s(t)&=\int_{-\infty}^{\infty}r(t_0)h(t-t_0)dt_0\\&=\int_{-0}^{\infty}r(t-\tau)e^{-\alpha\tau}d\tau\end{aligned}\cdots\cdots(10)$$

即ち，t より τ 時間前の r に余効函数をかけたものを過去全部について総計したものである。τ は過去の時間を表わす。

力学的模型では r と同じ変化を入力電圧・外力・流入量に加えた場合の出力・変位・水位の変化を測定することにより解を求め得る。

5. recruitment が階段的にあらわれる場合

recruitment のなかつた状態から $t=0$ より以降は定常的に資源の添加があるようになつた場合には，前節の特定の場合として数学的には次のようにして解を求め得る。

$$\left.\begin{aligned} r&=\begin{cases}0 & t<0\\ 1 & t>0\end{cases}\\ s&=\int_{-o}^{\infty}r(t-\tau)e^{-\alpha\tau}d\tau \qquad (t>0)\\ &=\int_{o}^{t}e^{-\alpha\tau}d\tau=\frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha t})\\ c&=\frac{\alpha_f}{\alpha}t-\frac{\alpha_f}{\alpha^2}(1-e^{-\alpha t})\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(11)$$

即ち s は余効函数の不定積分として求まる。第6図に r, s, c を示す。

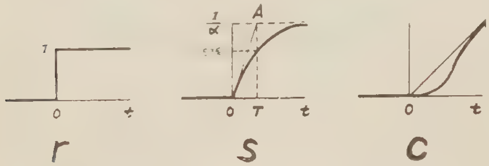


Fig. 6. Change of s and c when r is indicial.

力学的模型に於ては，電気系では電圧のかかつていない状態から急にある一定の電圧をかけつづけた場合の i 又は e_0 の変化である。液面系ではある時間より後は絶えず液を注入する場合である。

6. ある期間 recruitment が一定の値を保つ場合

ある一定の期間，絶えず一定の添加がある場合には r, s 及び c は次式で表わされる。

$$r=\begin{cases}0 & (t<0)\\ 1 & (0<t<t_1)\\ 0 & (t>t_1)\end{cases}$$

$0<t<t_1$ では

$$s_1=\int_{-0}^{t}h(\tau)d\tau=\int_{-0}^{t}e^{-\alpha\tau}d\tau=\frac{1}{\alpha}(1-e^{-\alpha t})$$
$$c_1=\frac{\alpha_f}{\alpha}t-\frac{\alpha_f}{\alpha^2}(1-e^{-\alpha t}) \quad \cdots\cdots(12)$$

$t>t_1$ では

$$s_2=\int_{t-t_1}^{t}h(\tau)d\tau=\frac{e^{\alpha t_1}-1}{\alpha}e^{-\alpha t}$$
$$c_2=c_1(t_1)+\int_{t_1}^{t}\alpha_f s_2 dt=\frac{\alpha_f}{\alpha}t_1-\frac{\alpha_f}{\alpha^2}(e^{\alpha t_1}-1)e^{-\alpha t}$$

第7図にこの関係を図示する。

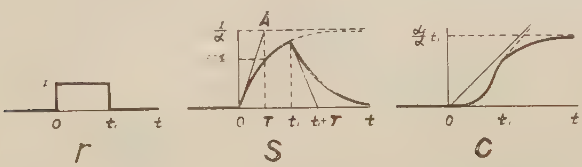


Fig. 7. Change of s and c when r is constant during interval $(0, t_1)$.

力学的模型ではある一定期間，一定電圧をかけるか或は液の流入量を一定期間一定にした場合である。

7. recruitment の変化が単一周期函数であらわされる場合

r が単一週期函数であるならば $r=\cos\omega t$ であるが，取扱の便宜上では複素ベクトルで表わすのが普通である。この場合には次のようになる。

$$r=e^{i\omega t}$$
$$s=\frac{1}{i\omega+\alpha}e^{i\omega t} \quad \cdots\cdots(13)$$
$$c=\frac{\alpha_f}{i\omega(i\omega+\alpha)}e^{i\omega t}$$

勿論，余効函数を用いて解いても Fourier 積分定理によつて同じになる。実函数で求めたい時には各々の実部をとればよい。ここで $\frac{1}{i\omega+\alpha}=A_s e^{i\theta_s}$ とおけば

$$A_s=\frac{1}{\sqrt{\alpha^2+\omega^2}} \quad \cdots\cdots(14)$$
$$\theta_s=\tan^{-1}\frac{\omega}{\alpha}$$

である。A_s は r と s の振巾比を表わし θ_s は位相のおくれを表わす。時間的には $\frac{\theta_s}{\omega}$ おくれる。同じことを c については

$$A_c = \frac{\alpha_f}{\omega\sqrt{\alpha^2+\omega^2}} A_s$$
$$\theta_c = \tan^{-1}\left(-\frac{\alpha}{\omega}\right) = \theta_s + \frac{\pi}{2} \quad \cdots\cdots(15)$$

c の位相のおくれは s のそれより更に $\frac{1}{4}$ 週期だけおくれる。

電気的には e_s に交流電圧を加えればよい。但し電気的には電圧に負号はあってもよいが、資源の問題では recruitment の負とは洄游移動によって漁場から消えていくと解するか，或は

$$r = a + be^{i\omega t} \quad \cdots\cdots(16)$$

のような形にして常数 a を加えて r が負になるのを避けるかすればよい。(16) の解は勿論 (11) と (13) とより

$$s = \frac{a}{\alpha} + \frac{b}{i\omega+\alpha} e^{i\omega t}$$
$$c = \text{const.} + a\frac{\alpha_f}{\alpha} t + \frac{b}{i\omega(i\omega+\alpha)} e^{i\omega t} \quad \cdots\cdots(17)$$

である。但し $e^{-\alpha t}$ の項は t が時定数 T よりかなり大きいとして省いてある。電気的にはこれは脈流の場合である。

8. recruitment が一般の週期函数の場合

r が週期 $P\left(=\frac{2\pi}{\omega}\right)$ の一般的函数である場合には，Fourier 級数により

$$r(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \phi(n) e^{in\omega t}$$
$$\text{但し} \quad \phi(n) = \frac{1}{P}\int_0^P r(t) e^{-in\omega t}\, dt \quad \cdots\cdots(18)$$

$\phi(n)$ は recruitment の周波数スペクトラムである。重ね合せの原理より s 及び c は次式で求め得る。

$$s = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\phi(n)}{in\omega+\alpha} e^{in\omega t}$$
$$c = \sum_{n=-\infty}^{\infty} \frac{\alpha_f \phi(n)}{in\omega(in\omega+\alpha)} e^{in\omega t} \quad \cdots\cdots(19)$$

これは週期的に産卵する場合等において用いる。例えば週期 P で産卵し或は recruit が現れ，その時間的経過は 6 節のように矩形的でありその期間が P_1 である場合を考えよう。図示すれば第 8 図の r である。これの Fourier 級数による表示は (18) 式によって計算され次式を得る。

$$r(t) = \frac{\phi(o)}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \phi(n) \cos\frac{2\pi n}{P} t \quad \cdots\cdots(20)$$

$$\text{但し} \quad \phi(n) = \frac{2\sin n\tau \frac{P_1}{P}}{n\tau}$$

故に stock $s(t)$ は (19) 式より

$$s(t) = \frac{1}{\alpha}\cdot\frac{\phi(o)}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha\phi(n)}{\alpha^2+n^2\omega^2} \cos\frac{2\pi n}{P} t$$
$$+ \sum_{n=1}^{\infty} \frac{n\omega\phi(n)}{\alpha^2+n^2\omega^2} \sin\frac{2\pi n}{P} t \quad \cdots\cdots(21)$$

$$\text{但し} \quad \omega = \frac{2\pi}{P}$$

$P=1$ 年，$P_1=0.2$ 年，$\alpha=0.5$ (故に $T=2$ 年，年間生残率 $\rho=e^{-0.5}=0.61$ である) として $s(t)$ を数値計算すれば第 8 図 の s を得る。

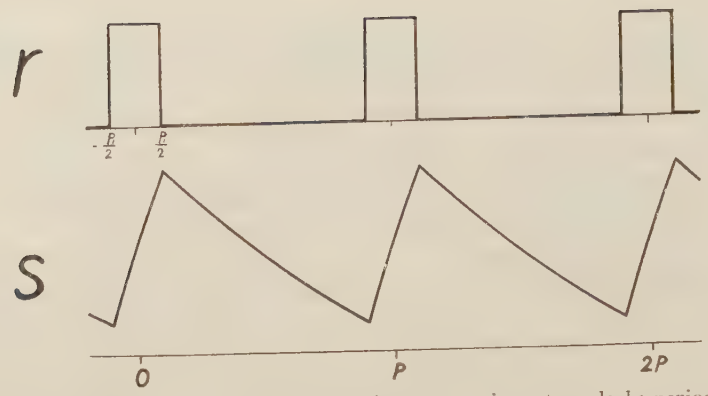


Fig. 8. Change of stock, s, when recruitment, r, is rectangularly periodical. Fourier representations are shown in eqns. (20) and (21).

以上の計算はかなり複雑そうであるが，もしも analog 計算機があれば極めて簡単にこれ等の計算結果を求めることが出来る。例えば液面系に於て，流入量 v を r の変化に合致する如く周期的に変えた場合の液面 x の変化を記録用紙に何らかの方法で自記することによりて s を求めることが出来る。しかも流出量をも記録するようにすれば全漁獲量 c の変化も同時に得ることが出来る。

9. recruitment が不規則な函数の場合

r が一般に不規則な函数であるならば，第4節の取扱でもよいが Fourier 積分を利用すれば次のようにして解を求めることが出来る。

$$r(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}\Phi(\omega)\,e^{i\omega t}d\omega \qquad \cdots\cdots(22)$$

但し

$$\Phi(\omega)=\int_{-\infty}^{\infty}r(t)e^{-i\omega t}dt$$

故に s 及び c は

$$s=\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\Phi(\omega)}{i\omega+\alpha}\,e^{i\omega t}d\omega$$

$$c=\int_{-\infty}^{\infty}\frac{\alpha_1\Phi(\omega)}{i\omega(i\omega+\alpha)}\,e^{i\omega t}d\omega \qquad \cdots\cdots(23)$$

$\Phi(\omega)$ は recruitment の連続スペクトラムである。

10. α が時間的に変化する場合

α が時間の函数である場合には，断片的に線型のものについては，各々を解いて時間的につなぎ合せればよい。しかし電気的な模型がわかつているならば R 或は C を可変的にして $\alpha(t)$ に合うように R と C を変えて，その場合の e_i に対する e_o を測定すれば解が求まる。即ち analog-computer を作り得る。液面系についても同じであり，単位時間当りの注入量 v，容器の面積 A 及び粘性による流出係数 k を適当に可変にすればよい。

11. 実例—I：1951 年における舞坂のしらす漁業

1951 年5月及び6月の舞坂におけるしらす漁獲量及び漁船数を第1表に示す。

これによれば5月 10 日非常に多く獲れ，それ以後一方的に減少している。これを第3節に於ける衝撃的に recruitment が現れた場合と見做す。これは，この期間の体長組成及びその変化が規則的であることからも妥当と考えられる[4]。この漁獲量は，単位時間に獲れた量であるから (2) 式であらわされている筈である。そこでこの漁獲量が資源 s に比例しているとして α を求めることが出来る。しかし，漁獲努力（操業漁船数）が異つているから，単位努力当りの漁獲量が s に比例することも考えられる。

α を求めるには，次のような方法がある。

Table 1. Catch, number of vessels and catch per unit vessel at Maisaka, May 10 to June 23 in 1951.

Date	Catch (Number of individuals)	Number of vessels	Catch/unit vessel
1951 May 10	13.72×10^8	121	11.04×10^6
15	6.97	110	6.34
21	3.72	126	2.96
June 4	2.23	122	1.83
13	1.14	132	0.862
23	0.405	71	0.571

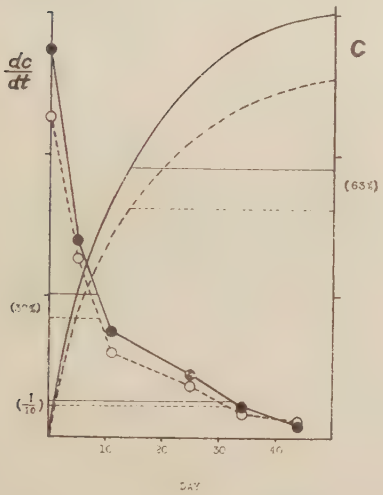


Fig. 9. Changes of $\frac{dc}{dt}(=\alpha s)$ and c obtained by integration of $\frac{dc}{dt}$.
Closed circles : $\frac{dc}{dt}$ is proportional to day-by-day catch.
Open circles : $\frac{dc}{dt}$ is proportional to catch per unit vessel.

a) 相対資源量が $\frac{1}{e}=0.37$ になるまでの時間が T である。第9図より T を求めれば $\alpha=\frac{1}{T}$ によつて α が計算される。

b) 相対資源量が $\frac{1}{10}$ になるまでの時間を t とすれば $\alpha\ \frac{2.30}{t}$ によつて α が計算される。

c) $\frac{dc}{dt}$ 曲線を積分して第9図の c—曲線を求め $t\to\infty$ の時の c の収劒値 c_∞ を推測して，c が c_∞ の 63% になるまでの時間が T であるから $\alpha=\frac{1}{T}$ によつて求まる。

d) 第 10 図のように相対資源量 $s=\frac{dc}{dt}$ を対数でプロットすれば直線になる。一次回帰係数 b を求めれば，

$$\alpha=\frac{-b}{\log_{10}e}=\frac{-b}{0.4343}$$

である。

但し b とは、t の $\log s$ に対する回帰 b_1 と $\log s$ の t に対する回帰 b_2 とは一般に一致しないので，この場合には相関図の軸をとるのがよいかもしれない。即ち

$$\tan 2\theta=\frac{2}{\frac{1}{b_1}-b_2}$$

$$0<\theta<\frac{\pi}{2}$$

とすれば $b=-\cot\theta$ である。

e.) $\log s-t$ 図に於て資源量が $\frac{1}{10}$ になる時間（即ち対数ではその差が1になる時間）を t とすれば

$$\alpha=\frac{1}{T}=\frac{2.30}{t}$$

になつて α を求めることが出来る。次表にこれ等の方法によつて得られた結果を示す。

尙，測定或は観測時間が一定ならば定差方程式による方法もある。

資源の変化が完全に (7) 式ならば，得られた推定値 T 又は α はいづれの方法によつてでも同じであるが，観測・測定には誤差

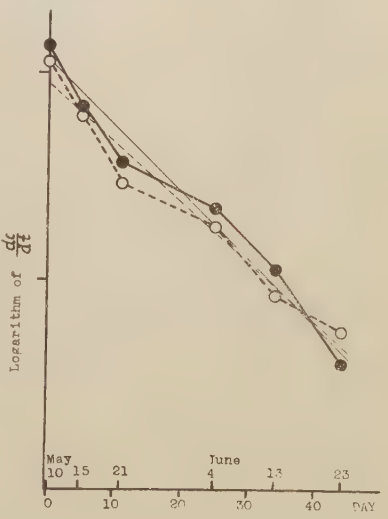


Fig. 10. Changes of logarithm of $\frac{dc}{dt}$ at Maisaka in 1951. Legend for circles as Fig. 9.
Fine solid line : linear regression of catch curve.
Fine dotted line : linear regression of catch-per-unit-vessel curve.

Table. 2. Estimated values of time constant T and total instantaneaus mortality rate α.

Method \ Parameter		Catch		Catch per unit vessel	
		T (day)	α	T (day)	α
(a)		8.3	0.1210	9.0	0.1110
(b)		14.1	0.0710	13.8	0.0730
(c)		15.2	0.0660	15.6	0.0640
(d)	b_1	13.9	0.0720	15.4	0.0650
	b_2	13.5	0.0740	14.9	0.0670
	b	13.7	0.0730	15.2	0.0660
(e)		14.4	0.0695	13.5	0.0741

Method (a) : estimating from time interval when stock is reduced to 37 %.
Method (b) : estimating from time interval when stock is reduced to 1/10.
Method (c) : estimating from integral curve of dc/dt.
Method (d) : estimating from linear regression of log dc/dt.
Method (e) : estimating from time interval when logarithm of stock is reduced to a decade.

及び変動は免がれることは出来ないので推定方法によって異る値を得る。方法 a) は最初の 2、3 の測定値できまりそれ以後の値は計算の中に入ってこないので不適当であろう。だから第2表からは舞坂のしなすの T 又は α は約 15 日又は 0.67 と近似的に考えてよいだろう。このような parameter の値の時，recruitment が週期的に加わった場合の位相のおくれは (14) 式より求まる。今 recruitment のあらわれる週期を P とすれば

$$\text{時間のおくれ}=\frac{\theta_s}{\omega}=\frac{P}{2\pi}\tan^{-1}\left(2\pi\frac{T}{P}\right)$$

例えば $P=15$ 日及び 30 日ならば時間的おくれは 3.4 日及び 6.0 日である。

12. 実例—II : 1952 年に於ける舞坂のしらす漁業

1952 年 4 月から 6 月にかけての舞坂に於けるしらす漁獲量及び漁船数は第3表の通りである。

Table 3. Catch, number of vessels and catch per unit vessel at Maisaka, April 28 to June 9 in 1952.

Date			Catch (Number of individuals)	Number of vessels	Catch/unit vessel
1952	April	28	50.8×10^6	90	56.3×10^4
	May	6	310.0	136	229.0
		12	534.0	112	476.8
		19	296.7	107	277.2
		29	90.0	69	130.4
	June	3	18.9	56	33.8
		9	9.88	26	38.0
Population parameter		T	6.6		9.6
		α	0.152		0.105

これについて第5節の取扱をする。即ちある一定の期間（4月 28 日より6月 12 日まで）絶えず stock へ一定の添加量がある場合である。stock の変化等は (12) 式になる。第 11 図に於て太い実線は漁獲量，点線は単位漁船当りの漁獲量を示す。前節と同じく α 及び T を求めると 0.152 及び 0.105，6.6 日及び 9.6 日となる。この回帰関係は細い実線及び点線で示してある。かくして求められた α によつて recruit-

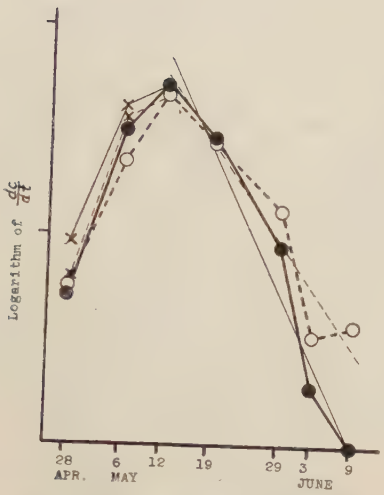


Fig. 11. Changes of log arithm of $\frac{dc}{dt}$ at Maisaka in 1952. Legend as in Figs. 9 and 10.

ment が加わつてくる期間の漁獲量の変化を推測すると×印を結ぶ線となる。一致の程度があまりよいとは云えないが，かなり測定誤差の大きい資料よりの推測であるから致し方がないだろう。

13. 実例—III：1953 年に於ける舞坂のしらす漁業

第4表は 1953 年4月から7月にかけての舞坂のしらす漁業であるが，前年と同じく4月 20 日より5月 15 日までの間，一定の添加量があつた場合と考えられる。前節と全く同じ解析的方法によつて α 及び T を求めると $\frac{dc}{dt}$ よりは 0.086 及び 11.6 日を，単位漁船当りの漁獲量の変化よりは 0.074 及び 13.4 日を得る。第 12 図にこれ等の関係を示す。

これ等の値より添加期間の漁獲量の変化を推測したのが第 12 図の×印であるが，一致の程度はあまりよくない。魚群の現れ方が一定とした仮定があまり適切でなかつた故であろう。添加がなくなつてから以後の $\frac{dc}{dt}$ の変化は添加期間の魚群の現れ方の如何には影響されないから α 及び T の推定値にはそれ程大きな誤差はない。

Table 4. Catch, number of vessels and catch per unit vessel at Maisaka, April 20 to July 10 in 1953.

Date		Catch (Number of individuals)	Number of vessels	Catch/unit vessel
1953 April	20	22.4×10^6	90	24.9×10^4
May	1	99.4	72	138.0
	4	117.0	71	165.0
	15	592.0	121	489.0
	19	451.0	95	475.0
	25	208.0	125	166.0
June	13	56.7	70	81.0
	20	29.5	69	42.8
	23	8.0	48	16.7
	27	20.9	59	35.4
July	10	6.8	90	7.5
Population parameter	T	11.6		13.4
	α	0.068		0.074

14. 実例—IV：1954 年における舞坂のしらす漁業

1954 年では，その漁獲量 $\left(\frac{dc}{dt}\right)$ の変化は第5表及び第 13 図に示すように週期的である。第 13 図の点線はやはり単位漁船当りの漁獲量を $\frac{dc}{dt}$ と考えた場合である。基本週期は約1月であるが，第7節の単一週期ではなく，第8節の一般週期性である。即ち基本週期のみでなくいくつかの倍振動が含まれている。それにしても約1ケ月の基本週期の成分が支配的であるから，これについて考えてみると，recruitment と stock との間の位相の時間的おくれは (14) 式で求めることが出来るが約5日であろう。即ち recruitment の極大があらわれてから5日後に漁獲は極大と云うことになる。

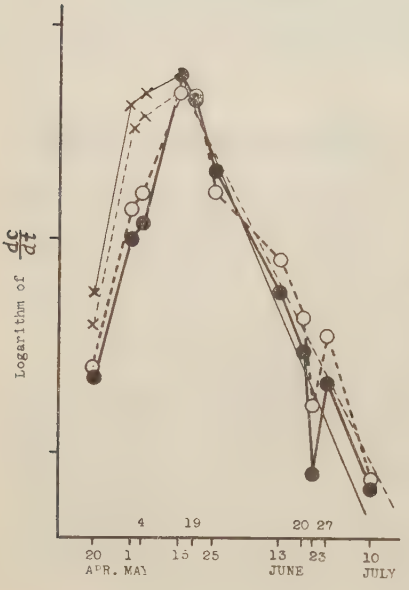


Fig. 12. Changes of logarithm of $\frac{dc}{dt}$ at Maisaka in 1953. Legend as in Figs. 9 and 10.

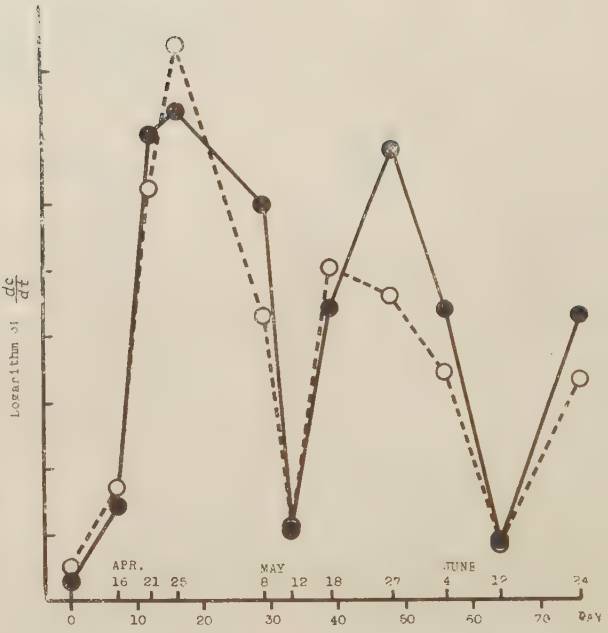


Fig. 13. Change of $\frac{dc}{dt}$ at Maisaka in 1954. Legend as in Figs. 9 and 10.

Table 5. Catch, Number of vessels and catch per unit vessels at Maisaka. April 9 to June 24 in 1954.

Date			Catch (Number of individuals)	Number of vessels	Catch/unit vessel
1954	April	9	29.1×10^6	56	0.52×10^6
		16	143.7	84	1.71
		21	702.7	113	6.22
		25	737.7	88	8.38
	May	8	596.7	139	4.29
		12	105.1	95	1.12
		18	440.7	88	5.01
		27	678.5	148	4.58
	June	4	438.0	128	3.42
		12	89.4	109	0.82
		24	426.3	129	3.30

15. むすび

水産学或は一般に生物学と物理学・数学との関係には3通りの結びつきが考えられる。第一には，生体物質を分子のレベルで物性論的に調べることである。蛋白質の分子構造とか餌料物質から生体の成長との分子論的結合法則とかの研究である。次には，物理的要因による生体の変化の研究である。例えば魚体の弾性とか，圧力や熱を加えた時どのように変化するか，或は放射能の影響は如何とかの問題である。海況と漁況の関係等はこの部類に入るだろう。第3には，生物現象を説明するのに物理的・数学的手法による取扱である。以上の3通りの関係は勿論独立ではなく，お互に結びつき合うことによって，feedback によって情報を

得て動作する自動制御と生物現象との類似から Cybernetics の考えへと発展するものである。この報告とか生物統計よ勿論第3の立場によるものである。尚，資源力学と云う概念は，唯単に時間の微分 $\frac{d}{dt}$ を式中に含む場合に用いられているようであるが，recruitment と stock の時間的変化が system として把握されて始めて物理学的類似の意味で力学的と云えると考えたい。

さて資源の時間的変動を扱う場合，static な平衡状態の時間的変化については logistic equation を基本とする研究が古来からあり，又 RICKER は reproduction curve によつて stock と recruit の関係を結びつけて資源の平衡状態を論じている。前者に於ては recruit と stock の区別はなく資源全体としての静的性質(量)を扱つたものであり，後者に於ては recruit と stock を一応分離しているが，種々の reproduction curue による資源の平衡状態を論じたものである。この報告に於ては，recruit と stock を完全に分離して，recruit がある現れ方をした場合 stock には如何なる時間的変化が対応して平衡状態になるかを物理的系を例にひきながら力学的に取扱つたものである。基本になる式 (1) 及び (2) が system として決れば，それ以後の処理は全く数学的である。更に system の population parameter が決ればその資源の特性は明となる。そして物理的諸量との適当な対応によつて資源の変動の様相を物理的系（電気的，機械的，液面，電子的）によつて求めることが出来る。即ち stock の大きさは電流，出力，変位，液面，プレート電流等に対応して，recruit は電圧，入力，流入量，グリッド電圧等に対応する。これ等を利用することにより水産資源用のアナログ計算機を作ることが可能であろう。

資源問題の数理的取扱の場合に起りがちなことであるが，実例を見出すのが困難なことがある。幸い，舞坂のしらす漁業について比較的精しい資料があるので，それを利用して実際の計算例を二，三示した。そして Population parameter を求めてみた。1951 年より 1954 年までの α（瞬時死亡率）を計算したが，毎年同じ値ではない。又 recruit のあらわれ方も一様ではない。α には漁獲による死亡，自然死亡及び洄游逸散も含まれているが，漁獲努力に対して有意な差が得られなかつたので，これ等の要因を分離することが出来なかつた。故に漁獲努力による漁獲率の変化或は1漁船当りの持つている瞬時死亡率についても論及することは出来なかつたのは残念である。この宿命的困難性についても続報で取上げる。

上述の例では時定数 $T\left(=\frac{1}{\alpha}\right)$ の小さいものを取扱つた。即ち life history に比して短時間の変化についての実例であつたが，長年月にわたり，週期的に recruit があらわれる場合の資源変動について考えることが資源問題については最も重要で且つ意味がある。それには recruit と stock を結びつける関係式が必要になつてくる。この問題については第2報に於て，原因（recruit）によつて起された結果（stock）が再び recruit に feedback してくると考えて論じたい。又いくつかの魚種が混在している場合についても力学的には多端子問題としての解明を試みたい。

この研究を行うにあたり，数値計算及び図表作成の労をわずらわせた嶺山美和子氏に対し深く感謝の意を表する。尚，栗田晋氏及び Dr. S. T. HOLT による本報告の御校閲に対しても謝意を捧げる。

文　献

1) DELURY, D.B. : "On the Estimation of Biological Populations", *Biometrics*, **3**, 145～167 (1947).

2) SCHAEFER, M.B. : "Some aspects of the dynamics of population important to the management of the commercial marine fisheries", *Bull. Inter-Amer. Tropical Tuna Comm.*, **1**, 27～56 (1954).

3) RICKER, W.E. : "Stock and recruitment", *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **11**, 559～623 (1954).

4) 田中昌一 : "伊勢湾・遠州灘方面で水揚される カタクチイワシの体長組成 -I", 東海区水産研究所報告, **9**, (1955).

潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究 I.
海水中の溶存酸素と燐酸塩との関係について

松平近義・岩崎英雄・津田 勉
（東北大学農学部水産海洋学教室）

On the Quantitative Ecology of the Marine Population in the Boundary Zone—I. On the Relationship between the Dissolved Oxygen and the Phosphate in the Sea Water

Chikayoshi MATSUDAIRA, Hideo IWASAKI and Tsutomu TSUDA

The boundary zone between different water masses in the open sea has been recognized by fishermen as a good fishing ground of various migratory fishes inhabiting in cold or warm waters. Many works have been done by many investigators on the physical aspects of the boundary zone and the ecology of individual fishes involved in it. The most of these works have been rather conformed with qualitative concepts which have been recognized for many years. For the standpoint of fisheries, however, more quantitative approaches will be required.

At the first step, we consider the plankton population in the boundary zone as an indispensable source of energy to support the metabolic activity of fishes. Under this assumption, the boundary zone should be the place where the active metabolic exchange of energy is taking place between fishes and their environments, and it must be more fertile in the food materials than other areas.

The present work attempts to evaluate the fertility of the boundary zone in precise terms of metabolic energy source by chemical methods. For this purpose, it is desirable to determine the organic content of the plankton population by direct analyses of the samples collected with plankton nets. However, there are difficulties of devising a plankton net suitable enough to meet the demands of this work and at the same time simple enough to be usable for practical application. In addition, we have neither the information nor the available data for the development of such work.

Hence, the studies are developed for methods of estimating the approximate organic content of the plankton populations by the increase of the oxygen from a certain oxygen level in a given region. The outline of the estimation and the assumptions involved will be only briefly summarized here.

If all the waters from which the production of phytoplankton had been originated were saturated with oxygen, and the oxygen exchange with the atmosphere during the period of the production had no significant effects upon the distribution of the oxygen, it might be expected that the oxygen supersaturation would be approximately equivalent to the amount of the oxygen liberated by photosynthesis of the plant. Under such conditions, the amount of organic material synthesized by the phytoplankton in a unit volume of water can be expressed as carbon corresponding to the oxygen increase, since for every molecule of carbon dioxide utilized by phytoplankton, one molecule of oxygen is liberated. In many cases, however, the organic carbon synthesized by phytoplankton is converted by grazing processes into that of the other forms of organisms such as zooplankton, fishes

1955 年8月 11 日受理

and other larger animals, and partly returned to carbon dioxide through metabolic processes or by disintegration of the organisms. On the other hand, the oxygen of waters should be reduced remaining the oxygen equivalent to the organic carbon of the plankton population. Hence, assuming that the respiratory quotient is 1, it is possible to estimate the carbon content of plankton population contained in a unit volume of waters by using the observed supersaturation of the waters.

However, it is considered that the oxygen supersaturated by the phytoplankton in the surface water may be partly driven off towards the atmosphere. On the other hand, it has been already known by many workers that in the euphotic layer, for each milligram of phosphorus utilized in photosynthesis, the phytoplankton will take up 76 ml. of CO_2 and release the same volume of oxygen, and at lower levels, where regeneration is taking place, the consumption of 76 ml. of O_2 should set free the corresponding amounts of CO_2 and P. Therefore, the error based upon the oxygen exchange with the atmosphere in the surface layer may be corrected by using the phosphate content *in situ*, when a constant relationship is held between the phosphate and the oxygen depletion ($O_2-O'_2$) in subsurface waters.

In order to extend the usefulness of these assumptions, the present paper deals with the relationship between the phosphate and the oxygen depletion. The other phases of the problem will be reported in subsequent papers.

The available data on the oceanographical observations in the eastern sea of Japan, the Japan Sea and the North Pacific Ocean made by the Maritime Safety Agency and the Tokai Regrional Fisheries Research Laboratory in Japan have been statistically analysed and the following results have been obtained (Fig. 1, see references).

As shown in Fig. 2, it is seen that there is a linear relationship between the phosphorus and the oxygen depletion ($O_2-O'_2$) for the oxygen depletion ranging from zero to 3 cc./l. and the O : P ratio of the subsurface water agrees closely with that to be expected from the decomposition of plankton organisms. On the other hand, the amounts of the phosphorus which are independent of the oxygen depletion are found in the figures. They are 8.7 γP/l. in the eastern sea of Japan, 21.8 γP/l. in the Japan Sea and 39.3 γP/l. in the North Pacific Ocean respectively. These phosphorus are assumed to have been present at the begining of production or disintegration of organisms and hence, when they would be utilized to the production of phytoplankton, the waters should be supersaturated with the oxygen (Figs. 3, 4).

緒　　言

潮境が種々の魚の漁場となることは多くの人々によつて認められ，又其の成因についても物理化学的に或いは個々の魚について生態学的に取上げられて来た。筆者は魚のエネルギー代謝の面から考えて，海洋に於ける生物生産の場としての潮境の生態的な意義を解決する手懸りを得ようと試みた。しかるに海洋に於けるプランクトンの量的分布はプランクトン・ネットによる採集が非常に困難なため余り良く知られていない。そこで筆者は酸素分布より餌料の量的分布を類推しようと試みた。

或る1つの水塊内で植物による光合成が行なわれたとすれば利用した炭酸に当量な酸素が発生する。又植物プランクトンに依つて合成された有機態炭素は動物プランクトン・魚等の動物によつて哺喰されて植物の有機態炭素は動物の有機態炭素に型を変える。一方動物プランクトン・魚等は呼吸することによつて海水中の酸素を消費し，同時にその酸素に当量な炭酸ガスが放出され有機炭素は無機態の炭素となる。従つて同化率，呼吸商を1と見做せば或る酸素の基準からの増加酸素量は増加した植物プランクトン，動物プランクトン等の有機炭素に当量なだけ存在することになる。

海水中の溶存酸素は物理的には水温，塩素量によつて，生物的には光合成と呼吸，分解によつて変化する。今生物的な変化を考えると同化・呼吸・分解が行なわれた時に水質に及ぼす影響は大略に於いて生物の体を

Table 1. The mean vertical distribution of environmental factors.

A) Eastern Sea of Japan, Oct. 11—27, 1949.

Depth (m)	W.T. (°C)	Cl (‰)	S (‰)	O_2 (cc/l)	O_2' (cc/l)	O_2'' (cc/l)	P (γ/l)	σ_t	10^5 $(d\sigma_t/dZ)$
0	17.56	18.65	33.69	5.50	5.62	−0.12	8.3	24.36	1,040
25	16.53	18.66	33.71	5.77	5.73	0.04	10.0	24.62	−800
50	13.10	18.80	33.96	5.51	6.08	−0.57	21.0	24.42	3,200
100	10.15	18.81	33.98	5.42	6.43	−1.01	27.5	26.02	650
200	6.02	18.74	33.86	4.98	7.03	−2.05	40.6	26.67	180
300	4.13	18.71	33.80	4.60	7.34	−2.74	53.2	26.85	110
400	3.51	18.75	33.87	3.21	7.44	−4.23	62.8	26.96	60
500	3.78	18.81	33.98	3.04	7.39	−4.35	76.4	27.02	160
600	3.43	18.91	34.16	1.58	7.45	−5.87	71.6	27.18	70
800	3.18	18.99	34.31	1.10	7.47	−6.37	75·5	27.32	

B) Eastern Sea of Japan, July—Aug. 1949.

Depth (m)	W.T. (°C)	Cl (‰)	S (‰)	O_2 (cc/l)	O_2' (cc/l)	ΔO_2 (cc/l)	P (γ/l)	σ_t	10^5 $(d\sigma_t/dZ)$
0	20.75	18.58	33.57	5.37	5.33	0.04	4.4	23.50	3,600
10	19.70	18.65	33.65	5.58	5.42	0.16	5.2	23.86	7,800
25	15.36	18.75	33.87	6.30	5.83	0.47	9.2	25.03	3,600
50	11.93	18.86	34.07	5.79	6.21	−0.42	17.0	25.93	900
100	9.91	18.94	34.22	5.33	6.46	−1.13	24.0	26.38	180
150	7.96	18.78	33.93	5.21	6.73	−1.52	34.0	26.47	300
200	6.76	18.76	33.89	4.62	6.89	−2.27	42.8	26.62	220
300	4.87	18.76	33.89	3.89	7.22	−3.33	50.2	26.84	40
400	4.36	18.78	33.93	2.76	7.29	−4.53	60.7	26.88	50
500	4.05	18.77	33.91	1.96	7.33	−5.37	72.0	26.93	180
600	3.82	18.89	34.13	1.47	7.38	−5.91	72.0	27.11	100
800	3.33	18.97	34.27	1.12	7.46	−6.34	82.9	27.31	65
1,000	2.91	19.02	34.36	1.14	7.53	−6.39	79.4	27.44	

C) Japan Sea, July—Sep. 1948.

Depth (m)	W.T. (°C)	Cl (‰)	S (‰)	O_2 (cc/l)	O_2' (cc/l)	ΔO_2 (cc/l)	P (γ/l)	σ_t	10^5 $(d\sigma_t/dZ)$
0	23.40	18.39	33.22	5.61	5.11	0.50	4.8	22.45	6,050
20	20.70	18.73	33.84	6.39	5.33	1.06	6.6	23.66	6,400
50	13.80	18.89	34.13	6.72	6.00	0.72	11.8	25.58	2,480
100	9.08	19.17	34.63	6.61	6.54	0.06	23.1	26.82	290
200	2.98	18.83	34.02	7.02	7.53	−0.51	72.7	27.11	210
300	0.89	18.85	34.05	6.75	7.92	−1.17	44.5	27.32	−95
500	0.25	18.69	33.77	6.27	8.06	−1.79	53.2	27.13	50
1,000	0.09	18.87	34.09	6.13	8.08	−1.95	55.9	27.38	

D) North Pacific Ocean, May—June 1952.

Depth (m)	W.T. (°C)	Cl (‰)	S (‰)	O_2 (cc/l)	O_2' (cc/l)	ΔO_2 (cc/l)	P (γ/l)	σ_t	10^5 $(d\sigma_t/dZ)$
0	5.27	18.21	32.90	7.26	7.19	0.07	38.0	26.00	580
50	4.03	18.31	33.08	7.12	7.40	−0.28	49.3	26.29	520
100	3.28	18.38	33.21	6.49	7.52	−1.03	56.3	26.55	250
200	3.48	18.64	33.68	3.23	7.46	−4.23	75.1	26.80	190
300	3.53	18.76	33.89	1.73	7.44	−5.71	87.7	26.99	60
400	3.49	18.83	34.02	0.11	7.44	−6.33	90.3	27.05	90
500	3.37	18.88	34.11	0.84	7.45	−6.61	91.6	27.14	60
600	3.21	18.92	34.18	0.72	7.48	−6.76	89.9	27.22	60
800	3.01	18.97	34.27	0.67	7.51	−6.84	88.2	27.34	35
1,000	2.75	19.02	34.36	0.68	7.55	−6.87	88.2	27.41	

構成する成分の組成（例えば C：P：N 等）に近い値で変化を与えるであらう事が考えられる。即ちプランクトンが同化を行う場合には 76 cc の酸素を発生し燐 1 mg を消費し，分解が行なわれる場合には 76 cc の酸素を消費し 1 mg の燐を放出することが考えられる。從って水温と塩素量とで決定される酸素飽和量と溶存酸素量との差は海水中の燐酸塩濃度と或る関係を有し，其の関係は同化及び呼吸・分解作用が海水に与えた影響を示すことが想像される。

筆者は以上の観点から海水中の溶存酸素と無機態燐酸塩濃度との関係を調べた。

方法及び得られた結果

水路要報 No. 16[1]，同増刊号 No. 7[2]，同増刊号海象編[3]，天鷹丸による北太平洋鮭鱒漁場に於ける報告書[4] に記載の本州東方海域の 7 月～8 月，10月～11月，日本海に於ける 7 月～9 月，及び北太平洋に於ける 5 月～7 月の観測資料（Fig. 1）約 1,500 例を用い，各深度別の水温，塩素量，溶存酸素量，燐酸塩等の平均の値を調べた結果を第 1 表（A, B, C, D）に示した。之等の表から明らかなように溶存酸素は深度が増加するに従い減少し燐酸塩は増加する。

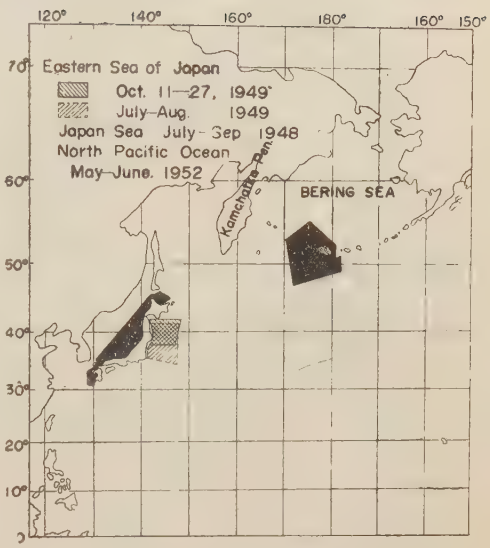


Fig 1. Position of observations used in constructing Figs. 2 to 3.

各平均酸素飽和量と平均溶存酸素量の偏倚量を縦軸に平均溶存燐酸塩濃度を横軸に取り両者の関係を調べると第 2 図が得られる。次に深度を考慮せずに溶存酸素量と飽和量との偏倚量と燐酸塩との関係を調べるために第 2 表の如き相関図表を画きその関係を調べた（第 2 表）。何れの場合にも酸素偏倚量と燐酸塩濃度との間には高い相関を示し併もプランクトン体組成の C：P の関係に極めて近い値を示した。第 2 図中直線で示されたものは呼吸商 $CO_2/O_2=1$ として Fleming (Sverdrup, et al.,1942)[5] によって提出されたプランクトン体組成の C：P の炭素を酸素単位に換算したものである。此等得られた関係が座標軸と交わる点の燐濃度は太平洋で得られたものでは約 8.7 γ/l，日本海では約 21.8 γ/l，北太平洋では約 39 γ/l であり，北太平洋では他の海区よりはるかに多い値を示した。

考　　察

以上得られた関係が何故に生じたかを検討すると，飽和量が物理的に決まる量であり，しかも酸素偏倚量と燐濃度との関係がプランクトン体組成に極めて近いことから此の関係の大部分が生物による同化・呼吸・分解作用によつて支配されていると考えられる。

又上層水と中層水との関係を調べるために T-S 曲線の混合割合に基いて燐並びに酸素偏倚量の分布を調べると第 3 図の如くになり上層水の燐は下層より補給されていることが判る。

次に酸素が飽和の状態の時の燐濃度即ち第 2 図太平洋では約 9 γ/l，日本海では約 22 γ/l，北太平洋では約 39 γ/l の燐は酸素降下を伴なわない燐で，それは恐らく大気の酸素で補填されたものと推定され生産又は分解の始めから存在していたか或は陸地から補給されたものと推定される。換言すれば此の燐は生産によつて過飽和の状態を生ぜしめる燐とも考えられる。

次に第 2 図で得られた関係に於いて酸素未飽和量が約 3 cc 位迄は直線であるが，其れ以上の低酸素の部分から曲るのは，低酸素での呼吸，有機物の分解が必ずしも $CO_2/O_2=1$ ではなく，酸素が炭素以外の他の元素の酸化に消費されることや，分解に関与するバクテリヤも好気的なものから嫌気的なものに移行するため

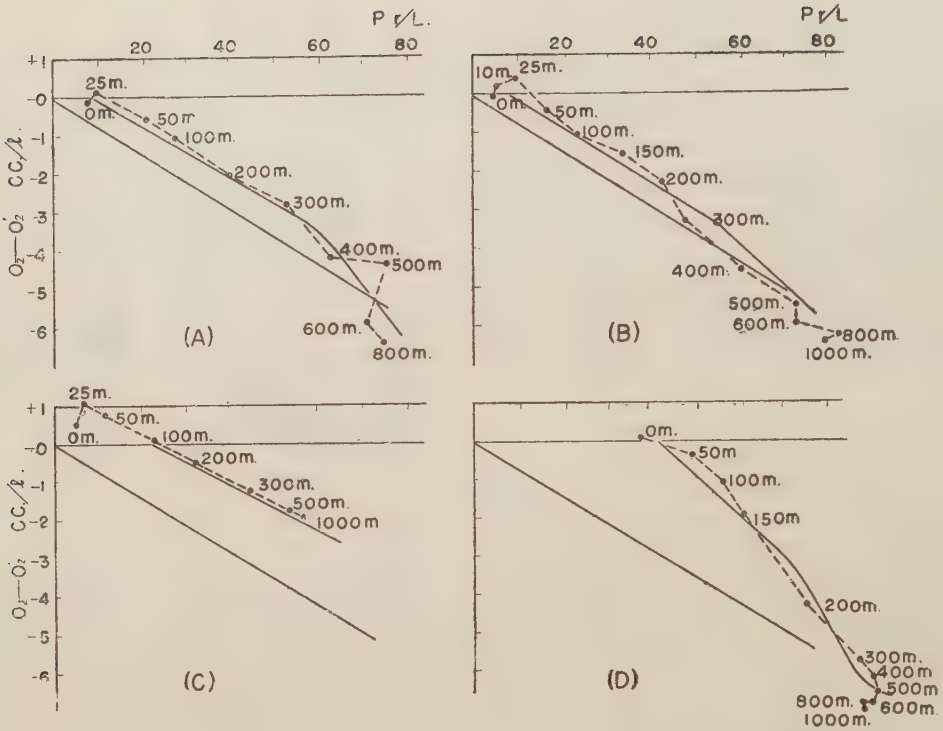


Fig. 2. Relationship between the oxygen depletion ($O_2-O'_2$) and the phosphorus content.
The broken line is the curve obtained from the values for different depths in the Table 1.
The solid line is the relationship obtained from Table 2 by statistical treatments in regardless of the depths.
The straight line shows a relationship for the O : P in plankton.
(A) Eastern Sea of Japan, Oct. 11—27, 1949.
(B) Eastern Sea of Japan, July—Aug., 1949.
(C) Japan Sea, July—Sep., 1948.
(D) North Pacific Ocean, May—June, 1952.

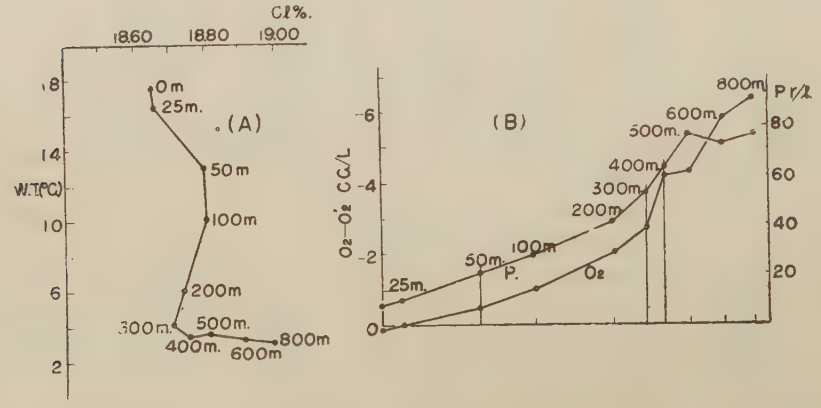


Fig. 3. (A) The mean T-Cl diagram in the Eastern Sea of Japan in October 1949.
(B) The oxygen depletion and the phosphorus content plotted against mixing ratio of water masses obtained from the T-Cl diagram.

Table 2. Correlation between the oxygen depletion ($O_2-O'_2$) and the phosphate content.

A) Eastern Sea of Japan, Oct. 11—27, 1949.

O_2 \ P_2O_5	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	f	$\bar{x}$ (P_2O_5)	$\bar{x}$ (P)
0.5	9	9	1									19	21.5	9.4
−0.5	23	7	8	4	2		1					45	31.7	13.8
−1.5		1	8	7	8	3	7	1		1		36	89.4	39.0
−2.5		1	1	1	2	1	2	1			1	10	116.0	50.6
−3.5					1		6	4	1			12	136.6	59.6
−4.5							3	3	5			12	146.6	64.0
−5.5								5	5	6		16	171.3	74.8
−6.5							1	2	8	10		22	171.8	75.0
f'	32	18	18	13	14	4	20	16	19	17	1	172		
y	−0.22	−0.17	−1	−1.5	−2	−1.75	−2.52	−4.5	−5.55	−5.85	−2.5			

B) Eastern Sea of Japan, July—Aug. 1949.

O_2 \ P_2O_5	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	f	$\bar{x}$ (P_2O_5)	$\bar{x}$ (P)
2.5		1										1	30.0	13.1
1.5	2	1										4	35.0	15.3
0.5	43	11	1									55	14.7	6.4
−0.5	27	22	12	4	3	1	1	2				72	36.4	15.9
−1.5	7	6	13	7	5	2	5	1				46	62.6	27.3
−2.5		3	3	6	5	4	5	1				27	87.0	38.0
−3.5				1	3	3	3	4	1	1		16	126.2	55.1
−4.5					1	4	3	4	4	1		17	140.5	61.3
−5.5					1	1	3	5	10	2	3	25	162.0	70.7
−6.5							1	7	13	31	6	58	181.7	79.3
f'	79	44	29	18	19	15	21	24	28	35	9	321		
$\bar{y}$	0.01	−0.41	−0.6	−1.72	−2.13	−3.17	−3.21	−4.58	−5.75	−6.28	−6.17			

C) Japan Sea, July—Sep. 1948.

O_2 \ P_2O_5	10	30	50	70	90	110	130	150	170	f	$\bar{x}$ (P_2O_5)	$\bar{x}$ (P)
3.5		2								2	30.0	13.1
2.5	1	6	1					1		9	43.3	18.9
1.5	21	23	2	3	1		1			50	28.0	12.2
0.5	162	46	9	3	3			1		224	18.2	7.9
−0.5	14	21	20	31	21	14	4			125	63.0	27.5
−1.5	1	7	8	6	12	32	46	10		122	108.0	47.1
−2.5				4	6	8	29	8		55	123.0	53.7
−3.5						1	1	3		5	138.0	60.2
−4.5								1	2	3	163.0	71.1
f'	199	104	40	47	43	55	81	24	2	595		
y	0.53	0.55	−0.3	−0.6	−1.01	−1.41	−1.8	−2	−4.5			

D) North Pacific Ocean, May—June, 1952.

P_2O_5 / ΔO_2	50	70	90	110	130	150	170	190	210	230	250	f	$\bar{x}$ (P_2O_5)	x (P)
0.5	2	7	13	2	5	1						30	92.7	40.5
−0.5	1	2	16	12	16	8	1					56	114.2	49.8
−1.5			1	2		3						6	126.6	55.3
−2.5			1		1	4						6	136.6	59.6
−3.5						2	5		1			8	170.0	74.2
−4.5				1		4	8	8		1		22	173.6	75.8
−5.5							4	12	7	3	1	27	198.8	86.8
−6.5							15	51	48	38	4	156	205.5	89.7
−7.5									3		1	4	220.0	96.0
f'	3	9	31	17	22	22	33	71	59	42	6	315		
$\bar{y}$	0.17	0.23	−0.18	−0.73	−0.36	−1.95	−5.25	−6.11	−6.38	−6.38	−6.5			

とも考えられ，此れは生化学的に興味のある問題であり今後の研究にまつところが大きい。しかし又中層水と上層水との起源が異る場合には生物の作用を受けない場合に有した燐濃度（飽和時に有する燐濃度）が異るであらうし，此の場合には両者の分解時に於ける O : P が同一でも直線関係が得られないので，必ずしも比率の変化だけで説明することは出来ない。（第3図）

以上のような酸素と燐との関係から酸素が過飽和の際に見られる過飽和量又は燐酸変化量は生産を示すものであると言うことが出来る。従つて生産量を次式で計算することが出来る。

$$P = \sum_{Z=0}^{Z=Z1} (O_Z - O'_Z)$$

茲で P は1平方米水柱当りの酸素単位で表わされた生産量 (l)，O_Z は Z_m に於ける溶存酸素量 (cc/l) O'_Z は同じ深度に於ける酸素飽和量 (cc/l) である。猶表層に於いては過飽和の場合には酸素の空気中えの逸散を考慮せねばならないので第4図に示すような燐，酸素及び飽和時に有すると考えられる燐濃度の分布から判定し，逸散が考えられる場合には燐で補正する。

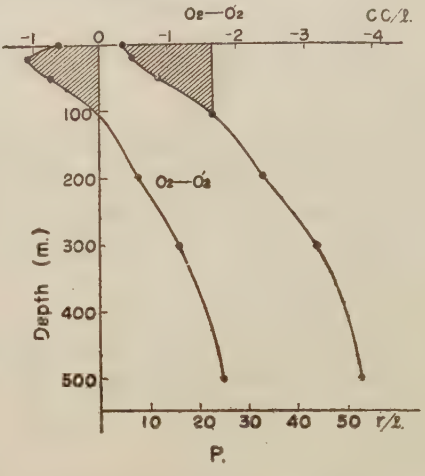


Fig. 4. Vertical distribution of the oxygen depletion and the phosphorus content in Japan Sea.

The arrows show the estimated plankton population.

最後に本研究は農林省応用研究費の一部によつて行なわれたことを附記し感謝の意を表する。

文　献

1) 海上保安庁：水路要報，No. 16 (1950). p. 257—272
2) 海上保安庁：水路要報，増刊号 No. 7 (1950). p. 161—167
3) 海上保安庁：水路要報，増刊号 海象編，(1950). p. 45—74
4) 東海区水研：天鷹丸による北太平洋鮭鱒漁場に於ける海洋調査報告書 (1952). p. 74—78
5) H. U. Sverdrud, M. W. Johnson and R. H. Fleming, "The Oceans, their Physics, Chemistry, and General Biology", Prentice-Hall, New York (1942), p. 929.

潮境に於ける水産資源の定量生態学的研究—II.
プランクトン資源分布

松平近義・岩崎英雄・津田　勉
（東北大農学部水産海洋学教室）

On the Quantitative Ecology of the Marine Population in the Boundary Zone—II. Quantitative distribution of plankton population.

Chikayoshi MATSUDAIRA, Hideo IWASAKI and Tsutomu TSUDA

If there are the data on the distribution of temperature, salinity, dissolved oxygen and phosphate in a given region, it is possible to estimate the standing crop of plankton population from the oxygen supersaturation by using the method described in the preceding paper. Unfortunately, however, we have little such complete data on the oxygen distribution covering different seasons and places for the practical calculation of the standing crop in the sea area surrounding the Japan. Therefore, in this paper, a statistical method is developed for the evaluation of the oxygen supersaturation.

The method has been based on the relationship between the oxygen supersaturation and the water temperature, and their statistical treatments have been made by using the data described in a series of publications of the Central Meteorological Observatory and the Imperial Fisheries Experimental Station in Japan respectively on temperature, salinity and oxygen distributions in the eastern sea of Japan (see references). The frequency distribution of the oxygen supersaturation against the different grades of water temperature in the eastern sea of Japan is given in Table 1. The values of the oxygen supersaturation in each water temperature are averaged respectively and plotted into Fig. 1 in the range of water temperatures from 11°C to 25°C together with the actual determinations for micro-plankton organisms obtained by T. SHIMOMURA, 1953. As shown in Fig. 1, the maximum oxygen supersaturation which should be corresponded to the maximum standing crop of the plankton is found in the range of temperature from 14°C to 17°C and fairly agrees with the actual maximum amounts of microplankton organisms. However, the actual determination shows the another mode of plankton population at the range of temperature from 8°C to 9°C. For the lower range of temperature than 11°C in this area, the available data on the oxygen distribution have been very scant, so that the data on the Japan Sea have been refered, even if they might be unadequate (Fig. 2). According to Fig. 2, the mode of the oxygen supersaturation is found at the range of temperature between 4°C and 9°C. Therefore, from these facts it is assumed that there would exist a fertile zone also in colder sea areas than 11°C.

魚類が生育し，生命を維持するためには，エネルギー源として必ず一定量の餌料を攝取しなければならない。海洋に於いては，餌料の量的分布は時期により，又，場所によつて異り，その分布如何は直接魚類の棲息範囲を規定するものと考えられる。

筆者は斯様な観点より餌料の場が如何なる場所に，出現するかを調べ，其の場の生態的な意味を追求する足場を得ようと考えた。

我々は，第1報で有機資源を推定する方法を述べた。従つて季節別の観測記録，特に水温，塩素量，酸素量，燐酸等の資料があるならば，有機資源推算法によつて季節別の有機資源の多い海域を知ることが出来る

1955 年 8 月 11 日受理

のであるが，我々の目的に合致した満足すべき観測資料は極めて少く，目的を達することは出来ない。

振り返つて，海洋に於けるプランクトン生産を支配する環境要因を考えて見ると多くの要因が考えられるが，水温の占める役割は栄養塩要因と共に極めて大きいことは，疑う余地のないところである。從つて水温と有機資源量との関係を調べるならば，如何なる水帯に有機資源量が多いかを知ることが出来，同時にプランクトン生産に果す水温の役割とその水帯の生成についての知識も或る程度知ることが出来るものと考えられる。

I. 方法及び得られた結果

上に述べた考え方に基いてプランクトン量を第I報に從ひ酸素過飽和量で表わし，これと水温との関係を統計的に調べ，同時に水温とプランクトン個体数との関係も合せて調べた。

即ち中央気象台発行の "The Results of Marine Meteorological and Oceanographical Observations" No. 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11[1] を使用し，周年の "C-Line" の 0m，25m の水温と酸素過飽和量との関係を調べた。即ち酸素が未飽和のものについては，生産が無いものと仮定し過飽和量を 0 として計算し，各水温についての酸素過飽和量の平均価を求めると 0m，25m について第1図が得られる。しかし乍ら 11°C 以下のものについては，使用し得る data が極めて少いので不適当ではあるが日本海の data (海洋調査要報1941)[3] について同様な方法で調べた (Fig. 2)。

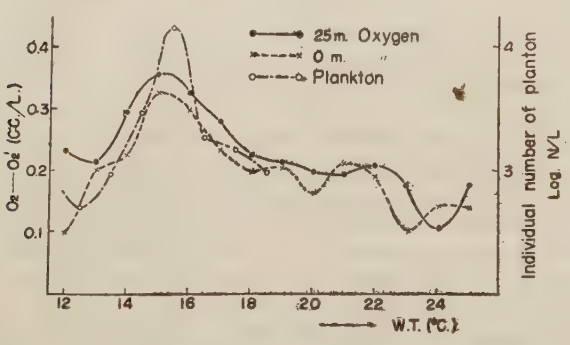


Fig. 1. Relationship between the oxygen supersaturation and the temperature in the Eastern Sea of Japan.

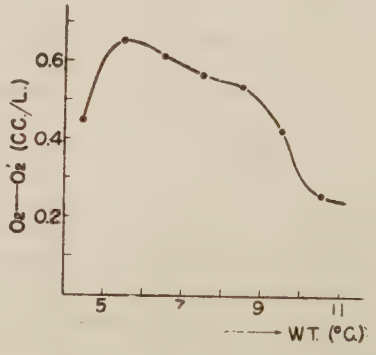


Fig. 2. Relationship between the oxygen supersaturation and the temperature in the Japan Sea.

その結果によれば低温部に於いて別の過飽和の山が見られる。以下に示す下村氏による太平洋での実測と対比して考えると太平洋の低水温帯にも資源量の大なる水帯が存在することが予想される。此の水帯については別に研究したい。第1図及び第2図に從えば過飽和量の山は第2図では 4～9°C，第1図では 14～17°C の範囲にあつて，有機資源量の多い水帯は 4～9°C，14～17°C の水帯であると統計的に言うことが出来る。

次に下村敏正氏による "ミクロプランクトンの生産分布及び海況との関係に関する研究" 第2報[2] に報告された東京湾口～函館間の沿岸に於けるミクロプランクトンの定量結果と同時に行なわれた水温測定結果との関係を前に述べた方法と同様な方法で統計的に調べた結果を第1図に示した。此の結果によれば 8～9°C，15～16°C に個体数の山があり 15～16°C の水帯は，水温と酸素過飽和量との関係と全く一致しプランクトンが多いことを示した。

II. 考　　察

以上の結果に基づけば日本近海に於いて有機資源量の多い水域（生産帯と名付ける）は 4～9°C，14～17°C であることが統計的に言えるわけであるが何故これらの水帯に有機資源量が多いかと言う問題は極めてむづかしい問題であり，現在は常識的な解答しか与え得ない。即ち 4～9°C の水帯は，所謂栄養塩の豊富な冷水域の水帯であり 14～17°C の水帯は潮境の水帯である。特に後者の水帯は，黒潮及び親潮の混合に依つて

形成されることは此の水帯の水温構成と黒潮及び親潮の水温分布を考えても明らかであり，この水帯の生産性については，親潮のもたらす栄養塩の効果のみならず黒潮の温度効果も亦一つの要因と考えられる。しかし両水帯の生産機構を解明するためには，夫々別個な生産の場として定量的のみならず定性的にも究明されねばならないであらう。

尚 18°C より高温部に於いては，0 m の酸素過飽和と水温との関係に非常に変化性に富んで居り，19°C と 21°C にも過飽和量の小さな山が見られ有機資源が変化性に富むことを示しているが，これらの山が如何なる意味を有するかは，資料が少く断言出来ないが，20°C を境とすることは黒潮主流の水温並びに流路から考えて興味のある問題であり，プランクトンの実測と共に今後の研究課題である。

文　　献

1) The Results of Marine Meteorological and Oceanographical Observations (中央気象台発行), No. 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11. (1950～1953)

2) 下村敏正：ミクロプランクトンの生産分布及び海況との関係に関する研究　第2部・日水研研究報告 No. 3 (1953)

3) 海洋調査要報（中央水試）第 68 報 (1941)。

各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就ての実験—Ⅲ

藤田惣吉
静岡大学教育学部

Experiments on the Effects of Various Kinds and Combinations of Chemical Fertilizers on the Reproduction of *Cyclops hyalinus*—Ⅲ

Soukiti Huzita

The experiments on the effects of the various kinds of organic fertilizers and those of addition of the chemical ones to them on the reproduction of *Cyclops hyalinus* were carried out. Each combination of these fertilizers and these effects to reproduction of this species are shown in Tables 1 & 2. In every case, the organic fertilizer to which the calcium superphosphate was added showed the best influence to the rate of reproduction of this species. From these results, it will be considered that the optimum value of the ratio N : P_2O_5 contained in the fertilizer to the rate of reproduction of *Cyclops* is tsmaller han that in case of *Daphnia* (2 : 1～3 : 1) already reported by the author[3].

緒　言

ミジンコの繁殖に対する施肥実験で *Cyclops* に対しては最適施肥量は N : P_2O_5=22 ppm : 25 ppm であると報告したが[1]，施肥を5日の間を置いて5回に分けて行つたので実際には N : P_2O_5=4.4 ppm : 5 ppm の濃度になり，これが *Cyclops* に対する最適濃度となる。即ち施肥回数を考慮すると最適施肥量と最適濃度とは一致せず異なるわけである。*Daphnia* については最も繁殖のよかつた N : P_2O_5=10 ppm : 10 ppm の施肥量は 10 日の間を置いて2回に分けて施したから N : P_2O_5=5 ppm : 5 ppm が最適濃度となり[2]，この事から *Cyclops* と *Daphnia* の最適濃度を比較すると大体等しいわけであるが，施肥回数が異なるため *Daphnia* の場合は *Cyclops* より N : P_2O_5 の濃度はやゝ薄く，最適濃度はすこし異なるのではないかと考えられる。これに就ては前の実験[2]に於ても観察され報告したが，更にその点を確めるため *Cyclops* を用い実験を計画した。尚 *Daphnia* を用いて各種有機質肥料とそれに硫酸アンモニア，尿素，過燐酸石灰等の化学肥料を添加して相互の肥効関係を調べ報告したが[3]，実験時期が若干異なるため水温，日射量等の点で同一に比較する事は困難であつた。即ち有機質肥料の成分 N : P_2O_5 比が 2 : 1～3 : 1 のものは *Daphnia* の繁殖に好影響を及ぼし，米糠の如くこの比が unbalance のものにはそれを補正する化学肥料の添加によい結果を得た。然し肥料相互間の肥効については明らかにする事が出来なかつた。その点をも確めるため *Daphnia* の実験に用いたと同じ肥料の配合で同一時期に実験を行うことにした。

実　験　方　法

容量 20 l のハスガメに前の実験[2][3]に用いたと同じ湿田の泥を適当量入れ，まず米糠，菜種粕，魚粉を施し2日間日光にさらし，後井戸水 (pH 6.3) を 20 l 加えた。魚内臓の煮汁は米糠等と同じく注水前に施すと土壌に吸収され，肥効が劣る様考えられたので注水後翌日に施し，化学肥料の添加は注水後3日目に行つた。*Cyclops* は水のやゝ緑変後即ち注水後1週間目に少量宛入れ約2週間野外にてその繁殖を計つた。

施肥量は前[3]と同様 N を基準にして 10 ppm に相当する量を，化学肥料は硫酸アンモニアと過燐酸石灰

1955 年 8 月 18 日受理

を用い、N-5 ppm、P_2O_5-4 ppm に相当する量を添加することにした。実験は 1954 年 9 月下旬から 10 月中旬にかけて行った。

結 果 及 び 考 察

施肥割合及び実験の結果は第 1, 2 表にとりまとめた。

水色： 水の緑変は肉眼的な観察のほかに小型透明度（cm）[3] を測定した。まず米糠の群では硫安を添加

Table 1. The combination of fertilizers used in the experimental pots (g/l).

No. of pots	Rice bran	Colza refuse	Fish meal*	Soup of fish** viscera	Ammonium sulphate	Calcium superphosphate
I						
II	0.43					
III	0.43				0.025	
IV	0.43					0.025
V		0.20				
VI		0.20			0.025	
VII		0.20				0.025
VIII			0.09			
IX			0.09		0.025	
X			0.09			0.025
XI				1.2 cc		
XII				1.2 cc	0.025	
XIII				1.2 cc		0.025

* *Sardinia melanosticta* ** *Katsuwonus vagans*

Table 2. Variation of pH, transparency and quantity of *Cyclops hyalinus* reproduced in pots.

No. of pots	pH of water*							Transparency of water (cm.)				Reproduction** of *Cyclops*
	after 5 days	9	13	17	21	average		after 9 days	13	17	21	
I	7.5	8.1	8.1	7.9	7.7	7.9						−
II	6.5	6.7	7.5	7.3	7.4	7.1						−
III	6.5	6.7	7.6	8.7	8.9	7.7	7.3		26.0	19.0	17.0	+
IV	6.5	6.7	7.9	7.5	7.5	7.2			23.0			++
V	6.7	7.3	7.4	7.8	8.3	7.5						+
VI	6.7	7.6	8.1	8.8	9.1	8.1	8.0			22.0	17.0	−
VII	6.7	7.7	9.1	9.1	8.9	8.3						+
VIII	6.9	8.3	9.1	8.7	8.7	8.3						−
IX	6.9	8.3	9.1	8.7	8.6	8.3	8.4					+
X	6.9	8.3	9.1	9.1	9.0	8.5			23.0	15.0	13.0	+++
XI	6.7	8.3	9.3	9.4	8.9	8.5		21.0	21.0			−−
XII	6.7	7.7	9.1	8.8	9.2	8.3	8.3			23.0	15.0	−
XIII	6.7	7.8	8.3	8.9	9.1	8.2						+++

* Value of at 9～10 a.m.

** Precipitating quantity of *Cyclops* in water of 20 l (after 14 days).

W.T. ranged from 15.2°C to 32.9°C and the mean of the average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 22.7°C.

したものが最も水色が濃く実験期間中緑色を保持し，透明度も 17.0～26.0 cm を測定した。これに対し過燐酸石灰を添加したものは注水後 13 日目に 23.0 cm の透明度を得たのみであり，その後は褪色した。尚米糠のみのポットでは水色が薄く実験期間中透明度は測定できなかつた。いわゆる化学肥料の添加は水の緑変により影響を与え特に硫安がすぐれていた事は前[3]の結果と同じである。

菜種粕の群については，緑変の進行は比較的遅く，硫安を添加したポットでは注水後 17 日目に初めて透明度を測定した。過燐酸石灰を添加したポットでは薄緑色を呈し，又菜種粕のみのものは殆んど緑変せず何れも透明度は測定できなかつた。然し菜種粕のみのポットの水表面に茶褐色の藻類が注水後 13 日目から実験終了時まで膜状に繁殖したのが観察された。

魚粉（イワシ）の群は米糠，菜種粕とは異なり，過燐酸石灰を添加したものが水色が濃く，この実験中透明度は 13.0～23.0 cm で最も小さい。硫安を添加したものと魚粉のみのポットでは殆んど透明であつた。

魚内臓の煮汁（[3]と同様な方法によつて調製したもの）の群では，煮汁のみのポットが注水後 9 日目に透明度 21.0 cm を測定したが実験半ばにして褪色した。それに対し硫安を添加したものは，やゝ遅れ 17 日目から透明度を得た。尚過燐酸石灰の添加は実験期間中水色が薄かつた。然し水表面に緑色藻類が膜状に繁殖したのが認められた。

以上水色及び透明度から Phytoplankton の繁殖について考察すると米糠，菜種粕，魚内臓の煮汁等の群では硫安，魚粉では過燐酸石灰の添加が Phytoplankton の繁殖がよくこの傾向は前報[3]のものとほゞ一致する。たゞ全般的に水色が薄く緑変の進行が遅かつた事は天候の影響と考えられ，水温が低く，日射量も少ないため施肥した有機質肥料の分解が遅れたものと思う。即ち米糠で平均水温で 3.2°C 魚粉及び魚内臓の煮汁では 10.6°C も前実験より低い。

pH： 測定は比色法により午前 9 時から 10 時にかけて行つた。その変化の状態は実験始めは 6.5～6.9 の弱酸性であつたが，緑変が進むにつれ次第に pH は高くなり 9.0 以上を示すものも多く，これを肥料の種類別にみると魚粉及び魚内臓の煮汁が平均 8.3～8.4 で最も高く次いで菜種粕，米糠の順になる。尚 max. は注水後 13 日目に多く表われている。今回の pH の測定は B.T.B., P.R. のほかに T.B. を使用した。その結果前の実験で測定できなかつた 8.4＜ の値は実際には 9.0 近い値か，それ以上の pH を示していたものと考えられる。尚 P.R. と T.B. では中村等（1954）も指摘している様に示す pH が異なり，T.B. の方が P.R. より高い値を示す傾向があるから比較する時はその点も考慮する必要があろう。

Cyclops の生産量： 前[3]と同じく 15 日後にミユラーガーゼ（XX 7）にて濾過採集し，沈澱量（cc）により比較したが生産量が少ないため記号で表わすことにした。その結果は各肥料とも過燐酸石灰の添加が最も生産量が多く，特に魚粉及び魚内臓の煮汁がよく，次いで米糠，菜種粕の順になる。

硫安の添加も菜種粕を除きすべてよい影響を与え，有機質肥料のみのポットは生産量が劣り，なかでも魚内臓の煮汁が最も少ない。何れにしても化学肥料の添加は大体に於てよい影響を与えたものと考える。この様に *Cyclops* の生産には過燐酸石灰の添加が，水の緑変には硫安の添加がすぐれ Phytoplankton のよく繁殖したポットよりむしろ透明度の測定ができない様な薄い水色のポットに生産量の多いことは興味深い。この水色の薄い事は P_2O_5 の過剰が Phytoplankton の繁殖を阻害したものと思う。然し魚粉の群では水色が濃く，それが最も繁殖がすぐれていた。

更に実験終了時の底泥の状態は米糠に化学肥料を加えたⅢ，Ⅳと魚内臓の煮汁に過燐酸石灰を加えたⅫのポットでは黒色味を帯びていた。尚多くのポットに *Culex* larva が発生し，ポットⅩには *Cloeon* larva が認められた。

以上の結果から *Cyclops* の繁殖に適する $N : P_2O_5$ 比は *Daphnia* のそれとは異なり P_2O_5 のしめる割合が大きい様であり更にその栄養塩類の濃度に対しても相当広い範囲に生活し得るものと考えられる。これは *Daphnia* と *Cyclops* では餌料生物に相違があるためではなからうか。

摘　　要

1) 施肥が *Cycops* の繁殖に及ぼす影響に就て実験を行つた。

2) その結果各種有機質肥料（米糠，菜種粕，魚粉，魚内臓の煮汁等）に過燐酸石灰を添加したものが最

も繁殖がすぐれていた。

3) *Daphnia* と比較して *Cyclops* は繁殖に適する肥料の N：P_2O_5 比（*Daphnia* は 2：1～3：1）がやゝ異なり P_2O_5 のしめる割合が大きい様である。

文　献

1) 藤田惣吉：日水会誌，**20**，873～877 (1955).
2) 同上　：日水会誌，**20**，965～968 (1955).
3) 同上　：静岡大学教育学部研究報告，**5**，174～182 (1954).
4) 中村一雄・島立孫亥・小山　一・大久保英次：淡水区水産研究所報告，**3**，1 (1954).

各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就ての實驗—Ⅳ

藤 田 惣 吉
(静岡大学教育学部)

Experiments on the Effects of Varicus Kinds and Combinations of Chemical Fertilizers on the Reproduction of *Daphnia longispina*—Ⅳ

Soukiti Huzita

The experiments on the effect of the chemical fertilizers added before and after the administration of the organic ones to the rate of reproduction of *Daphnia longispina* was carried out. In case of using the fish meal as the organic fertilizer, no remarkable effect by the addition of the chemical one was seen. But, in case of using the rice bran as the organic fertilizer, the effect of the chemical one added at 3rd day since the supply of water could be recognized and especially the ammonium sulphate as the chemical one produced the good reproduction of this species (Tables 2 & 3).

Moreover, *Daphnia* to which the rice bran as the organic fertilizer was given became red and this phenomenon was considered to be caused by their living food.

緒 言

著者は前報[1]に於て各種有機質肥料（醤油粕，菜種粕，米糠，魚粉等）に化学肥料の硫酸アンモニア，尿素，過燐酸石灰を添加してそれが *Daphnia* の繁殖に及ぼす影響について実験を行った。但し化学肥料は何れも注水時に添加したので今回は添加時期の違いが如何に影響するかを究明する事にし 1955 年 5 月から 6 月にかけて実験を行ったので報告する。

実 験 方 法

有機質肥料としては魚粉と米糠を選び化学肥料には硫酸アンモニアと過燐酸石灰を用いた。まず容量 20 l のハスガメに湿田の泥を適当量入れ有機質肥料（N-10 ppm に相当する量）を施し，2 日間日光にさらし，後井戸水（pH 6.7）を 20 l 加えた。化学肥料は注水時，注水 3 日後，6 日後，9 日後，12 日後と 3 日の間隔を置いて硫安は N-5 ppm，過燐酸石灰は P_2O_5-4 ppm に相当する量を施し，水色のやゝ緑変後即ち注水 1 週間後に *Daphnia* を約 30 尾宛収容し約 2 週間野外にてその繁殖を計った。尚使用した泥土の採泥地が前[1,2]と異なる為，泥質について調査した結果を第 1 表に示した。その結果大差なきものと考えられる．前年度の pH がやゝ低いのは測定を今年行った為で，即ち湿田状態の泥を風乾して長く置くと pH は減少する傾向がある。

結 果 及 び 考 察

魚粉： 施肥割合及び実験結果を第 2 表にとりまとめた。まず水の緑変の状態についてみると，硫安より過燐酸石灰を加えた群が全般に水色が濃いが，注水後 8 日目にしてポツトの縁にヒビミドロ *Ulothrix* が発生した為水中の栄養塩類がそれに吸収され，その後 Phytoplankton の繁殖は衰えた。その為一時緑変した水も次第に澄み，実験期間中透明度（cm）の測定は不可能に終った。更に Ⅲ，Ⅳ，Ⅶ，Ⅷ，Ⅸ，Ⅻ の各

1955年8月 18 日受理

Table 1. Results of the selection analysis, pH and loss by ignition of mud used in the experiments (1954, 1955)

	Diameter of muds grain (m.m.)						pH	Loss by ignition %	Place of sampling
	3.00<	3.00~1.00	1.00~0.50	0.50~0.20	0.20~0.05	0.05>			
Present experiment	2.0	7.0	10.4	28.5	19.7	32.4	6.3	7.15	Sizuoka
Past experiment	1.1	15.3	14.5	18.7	14.0	36.4	6.1	6 92	Simada

Table 2. Variation of pH and quantity reproduced of *Daphnia longispina* in pots.

No. of pots	Combination of fertilizers	Addition time of chemical fertilizers	pH of water * after 4 days	10	16	22	averagc	Reproduction of *Daphnia* **
I	Control (no fertilizer)		7.1	9.3	9.2	8.8	8.6	0.8 cc
II	Fish meal 0.09 g./l.		7.0	9.3	9.2	9.3	8.7	2.2
III		time of pouring water	7.0	9.3	9.3	9.4	8.8	0.3
IV	Fish meal 0.09 g./l.	after 3 days	7.1	9.3	9.3	9.3	8.8	0.6
V	+Ammonium sulphate 0.025 g./l.	6 days	7,0	9.2	9.1	9.1	8.6	1.6
VI		9 days	7.0	9.1	9.3	9.4	8.7	0.8
VII		12days	7.0	9.3	9.3	9.4	8.8	0.4
VIII		time of pouring water	7.1	9.3	9.3	9.3	8.8	0.2
IX	Fish meal 0.09 g./l.	after 3 days	7.0	9.3	9.4	9.3	8.8	0
X	+Calcium superphosphate 0.025 g./l.	6 days	7.1	9.3	9.3	9.3	8.8	0.5
XI		9 days	7.1	9.3	9.3	9.3	8.8	0.4
XII		12days	7.0	9.3	9.3	9.0	8.7	0.3

* Value of at 10 a.m.

** Precipitating quantity of *Daphnia* in water of 20 l. (after 14 days)

W.T. ranged from 18.2°C. to 28.9°C. and the mean of the average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 24.5°C.

ポットにはアミミドロ *Hydrodictyon reticulatum* も発生した。然し魚粉のみの II と，注水6日後に化学肥料を加えた V，X には薄い水の濁りを実験期間中認める事ができた。

pH の測定は比色法により，その結果はヒビミドロ等沈水植物に大きく影響され，平均 8.6~8.8 の高い値を示し，注水10日目以後は 9.3 の強アルカリ性を示すものが多かつた。添加した化学肥料の相違が pH に及ぼす影響は明らかでないが，注水6日後に硫安を加えたポット V は過燐酸石灰の X より全体に pH が低く，このポットに水の濁りが最も多く観察された。

Daphnia の繁殖状態即ち生産量の比較は前[1]と同じ方法によつた。その結果は魚粉のみのポットが 2.2 cc で最も多く化学肥料の添加による好影響は認められなかつた。

更に添加した硫安と過燐酸石灰では硫安の群がすぐれている。

これらの結果は前[1]の実験に於けるものと同一であり，化学肥料の添加時期を変えてもよい影響がなかつた事になる。更に対照と比較して施肥の効果が認められたのは V のポットのみであり，他のものはかえつて *Daphnia* の繁殖が阻害されている。これはヒビミドロ等沈水植物の繁殖に起因するものと考えられ，施肥によつて加えられた栄養塩類はこれら植物の成長に吸収利用され *Daphnia* の餌料となる Nannoplankton が繁殖し得なかつたからである。前述した如くヒビミドロの繁殖により水色も薄く透明であつたが，特に化学肥料を早期に加えたポットにそれが著しい。即ち化学肥料は速効性でありその為沈水植物の繁殖が促進され，更に魚粉から分解溶出してくる栄養塩類が益々それを助長したものであろう。

以上の事から対照の無肥料のポットがこの実験では案外よい繁殖を示す結果となつた。*Daphnia* の生産量に対する化学肥料の添加時期の相違については硫安，過燐酸石灰両群共注水6日後に加えたものが最もよ

く，全般に添加時期の遅い方が早期のものよりすぐれている。これはヒビミドロの繁殖とも関連し実際に魚粉の分解の状態を知らなければその理由は明らかにする事ができないが，最も繁殖のすぐれていた注水6日後のものはヒビミドロの量がすくなかつた。これ等の事は今後の研究により明らかにしたいが興味のある事柄と思う。

更に実験終了時の底泥の状態について観察したのによると，注水時に化学肥料を加えた Ⅲ, Ⅷ のポットでは底泥の一部が黒色化していた。これは魚粉と硫安及び過燐酸石灰の間に於ける化学反応の結果と思われる

Table 3. Variation of pH and quantity reproduced of *Daphnia longispina* in pots.

No. of pots	Combination of fertilizers	Addition time of chemical fertilizers	pH of water * after 4 days	pH of water * 10	pH of water * 16	pH of water * average	Reproduction ** of *Daphnia*
I	Control (no fertilizer)		7.2	9.1	7.0	7.8	2.2cc
Ⅱ	Rice bran 0.5 g./l.		6.7	7.2	8.7	7.5	5.8
Ⅲ	Rice bran 0.5 g./l. + Ammonium sulphate 0.025 g./l.	time of pouring water	6.7	9.1	7.6	7.8	4.0
Ⅳ		after 3 days	6.7	9.3	7.0	7.7	12.4
Ⅴ		6 days	6.7	9.1	7.7	7.8	3.0
Ⅵ		9 days	6.7	7.9	7.0	7.3	4.6
Ⅶ		12 days	6.7	7.5	8.3	7.5	5.4
Ⅷ	Rice bran 0.5 g./l. + Calcium superphosphate 0.025 g./l.	time of pouring water	6.7	9.2	8.9	8.3	4.0
Ⅸ		after 3 days	6.7	7.7	7.1	7.2	9.4
Ⅹ		6 days	6.7	8.8	7.5	7.7	5.0
Ⅺ		9 days	6.7	8.5	6.9	7.4	6.0
Ⅻ		12 days	6.7	9.0	7.0	7.6	3.8

* Value of at 10 a.m.

** Precipitating quantity of *Daphnia* in water of 20 l. (after 14 days)
W.T ranged from 19.6°C. to 35.0°C. and the mean of the average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 27.4°C.

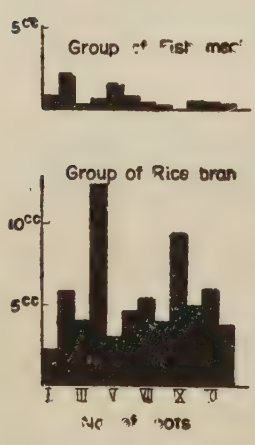


Fig. 1. Precipitating quantity of *Daphnia* obtained by the experiments that Chemical fertilizers are added to Organic fertilizers by changing time

が，他のポットにはこの黒色化がみられず，*Daphnia* の生産量も少ない事は注意すべきことゝ思う。これに就ては注水時に硫安及び過燐酸石灰を加えると分解のあまり進まない魚粉との間に化学変化を生じ，その結果分解利用されにくい型に変わるのではないだろうか。これがヒビミドロの繁殖とも関連して化学肥料の添加時期の違いが肥効に影響する様考えられる。

更に Ⅱ, Ⅳ, Ⅴ, Ⅻ のポットには *Chironomus* larva が棲息していた。

米糠： 施肥割合及び実験結果を第3表に示す。注水（6月6日）後の緑変の状態は魚粉の群とは異なり硫安を添加したポットが全体に濃い。即ち最も水色の濃かつたのは硫安を注水3日後に加えたポット Ⅳ であり，実験半ば（注水後 14 日目から 18 日目迄）から 17.0～20.0 cm の透明度を毎日観測し得た。尚その水を検鏡した結果は殆んど *Selenastrum sp.* であつた。

これに対し過燐酸石灰を加えたポットでもやはり注水3日後の Ⅸ が水色濃く，14 日目に 24.0 cm の透明度を測定したが，その後はやゝ褪色した。即ち透明度を測定し得たのは Ⅳ と Ⅸ の2つのポットのみであり，他のものは濁りは認める事ができたが全般に水色は薄い。然し硫安を加えた Ⅵ, Ⅶ と米糠のみの Ⅱ のポットでは実験期間中相当濃い白濁を観察した。

尚魚粉の群で観察されたヒビミドロが今回も注水後5日目頃から発生した。その状態は水色の薄い実験初期に盛んでありその後はやゝ衰え，特に水色の濃かつたポット Ⅳ ではヒビミドロの発生が多かつたが，緑変の進行につれ光の

不足から枯死した。

pH の変化は始めは米糠の分解による有機酸の為に 6.7 の弱酸性であつたがヒビミドロや Phytoplankton の繁殖につれ高くなり 9.0 以上の値を示すポットもあつた。然し魚粉の群にくらべると pH は低く，平均 7.2～8.3 でポット Ⅷ を除き全部 8.0 以下の値である。尚 max. は注水後 10 日目に多く表われているが添加した硫安と過燐酸石灰の間には明らかな差は認められない。

Daphnia の繁殖状態は硫安を添加した群では注水 3 日後の Ⅳ が 12.4 cc の非常に多い沈澱量を示したが他のものは何れも米糠のみの Ⅱ (5.8 cc) より劣り 3.0～5.4 cc で逆に硫安の添加により繁殖が阻害されている。この様な傾向は過燐酸石灰を添加した群に於てもみられ注水 3 日後の Ⅸ が 9.4 cc で同じくすぐれているが他のポットでは 3.8～6.0 cc である。この結果を前年の実験と比較すると大分異なつている。即ち前年度に於ては米糠に硫安，過燐酸石灰を注水時に加えたが何れも米糠のみより沈澱量で 1.0～1.6 cc よい繁殖を示していた。その原因に就てまず天候条件を比較してみると平均水温では今年は前年度より 1.5°C 高く，晴天日も 6 日間（前年度は 3 日間）をかぞえ，その結果肥料の分解，Phytoplankton の繁殖には好影響を与えたものと考える。然し前年度は各ポットについて水の透明度を測定し得たのに今回は殆んど実験期間中水色が濃く多くのポットでは測定不可能に終つた。これは沈水植物の発生により栄養塩類が貧やされ，Phytoplankton の繁殖が抑制されたものと考える。即ち化学肥料の添加により沈水植物の成長が盛々助長され，その為米糠のみのポットの方がすぐれた結果となつた。たゞ注水 3 日後に化学肥料を加えたポットでは *Daphnia* の非常によい繁殖をみたが，これは添加時期が適当であり Phytoplankton の繁殖がよく，従つて水色が濃くなり光の透入を妨げ，沈水植物を枯死させ好結果を得たものと考える。これに就ては緑変の発達につれヒビミドロが枯死した事からも以上の推察は正しいものと思う。従つて沈水植物が発生した時の化学肥料の添加は注意を要し，今回の実験では注水 3 日後が添加時期としてすぐれているが，これを最適時期として決定する事は水温，光，水質，肥料の種類等の点で尚実験を重ねてからにしたい。この様に沈水植物の抑制は化学肥料の添加時期を適当にすることで目的を達成できるが，時期を誤ると逆の結果を招くから，むしろ薬剤撒布により駆除を行う方が安全である。薬剤の種類については実験中だが硫酸銅がよい様である。

以上述べた如く沈水植物は Phytoplankton の繁殖に悪影響を与えるが，これに就ては松江(1947)，中村中六(1948)，中村一雄(1950)，Matida (1953)，中村一雄，外(1954)，Matida (1955) 等の多くの人により指摘，紹介されており，その駆除法については薬剤撒布，適当な施肥，人為的な抜取又は草魚の移殖等があげられている。而してミジンコ繁殖の目的の為には前にも述べた如く薬剤による方法が操作が簡便であり，しかも枯死した植物が腐敗分解してミジンコの繁殖に好影響を与えるから適当と考える。この詳細に就ては別に報告するが中村一雄，外(1954)，Matida (1955) 等も溜池で同じ様な現象を観察している。

実験終了時の底泥の状態はやゝ黒味を帯び Ⅲ，Ⅳ，Ⅶ には *Chironomus* larva を，又全部のポットに *Culex* larva が，尚ヒビミドロは Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ を除いたポットに観察された。

Daphnia を濾過採集する時，その体色について極めて興味ある事が観察されたので，以下それに就てすこし述べてみたい。それは最も繁殖のすぐれていたポット Ⅳ の *Daphnia* は綺麗な赤色を呈し，他のポットに於ても赤味を帯びた茶褐色や赤褐色であつた。この現象は前年の実験に於ても米糠の群で観察されたが赤色の *Daphnia* が米糠の群にのみ表われ，又生産量が他の群に比較して平均すぐれている事は興味深い。

Daphnia の体色についての研究報告を著者は知らないが淡水産橈脚類の紅色現象については上野 (1936) が詳しく報じている。そして紅色（鮮明な赤色であるので紅色という語を用いたと云う）を呈する色素は橈脚類の餌料生物に由来するらしく，発生する水域の特徴は水の pH が 6.8～4.0 の酸性域で，多くは 5.0～6.0 の範囲だと云う。更に腐植栄養湖沼に橈脚類の紅色現象が起る事が多く，これはこの様な湖沼では紅色素を生じやすい微生物に富んでいるからだと云う。

以上の点から *Daphnia* についても同様な事が云えるのではないかと考える。まず水の pH についてみると，他の肥料に比べて米糠を施したポットは低く，この pH の測定は表面水について行つたものであるから水の中，下層ではこれより更に低い事が当然予想され弱酸性の可能性が大きい。更に腐植質については米糠の性質及び実験終了時のポットの泥の状態からみて，その存在は確かである。この様に橈脚類の紅色現象の起る環境と *Daphnia* のそれとは非常に似ている。そしてこの直接の原因はやはり餌料生物によるものと思われる。即ち米糠を施したポットではその水色が常に白味を帯び，検鏡の結果は Protozoa が数多く認め

れた。又赤色の *Daphnia* の現われるポットでは生産量が大きいが，これは赤色素が関係あるのか又赤色素を持つ餌料生物に起因するのか不明だが，何かの機会に究明したいと考えている。

摘　　要

1) 魚粉及び米糠に化学肥料（硫安，過燐酸石灰）を時期を変えて添加し，それが *Daphnia* の繁殖に及ぼす影響について実験を行つた。

2) 魚粉では化学肥料の添加による好影響は認められなかつた。但し化学肥料の添加時期の違いについては注水6日後に加えたものが硫安，過燐酸石灰とも *Daphnia* の繁殖はすぐれていた。

3) 米糠では注水3日後に化学肥料を加えたものが非常に繁殖がよく，硫安は過燐酸石灰よりすぐれていた。

4) 米糠の群で *Daphnia* の紅色現象が観察された。

文　　献

1) 藤田惣吉：静岡大学教育学部研究報告，5，174～182 (1954).
2) 同　上：日水会誌，**20**，965～968 (1955).
3) 同　上：日水会誌，**20**，873～877 (1955).
4) 松江吉行：農学，Vol. 1, No. 7 (1947).
5) 中村中六：“農村養魚の実際” 尚学社，東京，(1948)，pp. 92～96.
6) 中村一雄：日水会誌，**16**，127～131 (1950).
7) Matida, Y：Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., Vol. 2, No. 1 (1953).
8) 中村一雄，島立孫亥，小山　一，大久保英次：淡水区水産研究所報告，3，1，(1954).
9) Matida, Y：Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., Vol. 4, No. 1 (1955).
10) 上野益三：植物及動物，**4**，1181～1192 (1936).

A Note on the Poison of a Barracuda, *Sphyraena picuda* Bloch & Schneider

Yoshiro Hashimoto*
(Tôkai Regional Fisheries Research Laboratory)

Recently, B. W. Halstead and W. M. Lively[1] reviewed on ichthyosarcotoxism and pointed out the presence of four clinically distinct types : tetrodon, gymnothorax, scombroid, and ciguera. Among them, the poison contained in tetrodon[2] and the histamine-like substances[3], produced in scombroid fish *post mortem* by the action of bacteria, have been clarified considerably. But the nature of poisons in other types remains obscure up to the present. For instance, there has been no report on the chemical nature of barracuda poison, whereas several poisoning cases were recorded[4]~[6] and the toxicity of barracuda has been known from old.

In 1949, the author had an opportunity to obtain a small amount of the flesh of a barracuda which had caused an outbreak of food poisoning in Tokyo, and attempted the isolation of the poison. Although the result obtained is rather fragmental, it will be reported here, hoping that the author's experiences may be useful to the workers engaging in the study on fish poisons, a problem rising in importance.

I. Case report

On the 20th of May, 1949, an outbreak of food poisoning occurred in Tokyo from ingestion of a barracuda and about thirty persons of five families who had eaten the flesh were all poisoned. By the investigation of the authorities, this fish was found to be brought about by a tuna-catching boat perhaps from the tropical region of the Pacific Ocean and supplied to consumers by a fish dealer. The correct position of catch was uncertain. The fish was about 1 m. in length and determined as barracuda, *Sphyraena picuda* Bloch & Schneider by Dr. T. Abe in this laboratory.

About an hour after eating the fish, numbness in lips and mouth appeared in all patients at the first place, and this was followed by oral paresthesia, tottering and drunkenness. There was slavering in heavy cases, but no vomiting, nausea, or diarrhea. Although symptoms were very severe, all patients appeared to have recovered within two days without leaving ill effect.

As the causative fish had been preserved in a good condition and none of patients was conscious of any putrid odour or abnormal taste, it was hardly conceived that the poisoning was due to the bacterial deterioration of the fish.

Received February 13, 1956. (印刷費負担) 東海区水産研究所業績 B 第 233 号
* Present adress : Laboratory of Fisheries Chemistry, Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Tokyo University, Tokyo.

II. The history and toxicity of the experimental material

By the courtesy of Mr. K. ISHIKAWA, a technical officer of The Metropolitan Office, the author obtained 55 g. of the fillet boiled with soy which had been saved by a family and recovered by the officials after the outbreak. A part of the material was preserved in a refrigerator and the other was stored in methanol, after dividing fillet into each 5 g. portion. In methanol, the material was preserved for about 2 months at the longest, until the experiment ended.

A cat weighing 285 g., which had eaten 1.0 g. of the flesh, showed typical symptoms, as described later in III-A)-b). However, the author failed to detect the poison by the method devised by him and M. MIGITA[7)~9)] for the determination of paralytic poisons in puffer and shellfish. Namely, mice injected methanol extract were asymptomatic at all. This necessitated scrutinizing the sensitivity of mice and the extraction method.

It was found that mice were less susceptible for the poison and 0.2 g. of the barracuda flesh caused only weak and indistinct symptoms without death, whereas 5.0 g. of it were fatal to a young cat weighing 280 g. Furthermore, it was also confirmed that the poison was soluble in ether and might be removed off in our extraction method for paralytic poisons, which implies a procedure to wash off fats with ether from the methanol extract.

III. Symptoms of test animals.

A) Cats

There was no vomiting, diarrhea or convulsions through the intoxication of cats.

a) *The most severe case observed* Thirty six mg. of oily substance, obtained by methanol and ether extraction, were given to a young cat weighing 280 g. with some milk. The cat had taken up it within about 20 minutes and revealed the first sign of intoxication 5 minutes later, beginning to scratch her mouth by fore legs, just-like she might feel numbness of lips and mouth. Soon later, the cat became to walk with tottering steps as drunk with wine and scratched her mouth more frequently. Then, she became unable to be standing rightly and fell down in staggering. In thirty minutes after the first appearance of symptoms, she fell down into a deep sleep and waked up no more. The contractibility of pupil was markedly lessened within an hour and a half and the pupil dilated entirely within two hours from the first. Moreover, the cat slavered slightly in a coma. After eighteen hours, the cat was found to be dead.

b) *Weak cases* The cats fed the poison revealed the first symptoms, scratching mouth or tottering steps, within 20 to 60 minutes and then fell down flat on their belly. After sleeping for an hour or two, cats recovered without any ill effect, though instability in walking remained 30 minutes or so thereafter.

B) Mice

One *ml.* of the plain water extract or methanol extract corresponding to 0.5 g.

of the flesh was injected intraperitoneally to each of four mice weighing from 18 to 20 g. Mice injected revealed hypoactivity, a slight reel and scratching face with fore limbs for about an hour, but recovered entirely two hours later from the injection. The mice fed the methanol extract equivalent to 0.3 g. of the flesh showed the same symptoms as injected mice.

These symftoms were ambigious and not conclusive, because the untreated mice also scratch or touch their mouth and face rather frequently and the mice injected crude extract of fish organ reveal sometimes a disorder in walking.

IV. Extraction of the poison

A) Extraction with methanol and ether

The methanol extraction was attempted in the the first place : namely, 5 g. of the minced flesh were extracted three times with each 40 m*l*. portion of methanol acidulated with acetic acid to pH 3.8. Then, methanol was driven off under 40°C. *in vacuo* and the residue was freed from fats by washing three times with 5 m*l*. portions of ether. A half gram of fat-free extract was thus obtained and 0.2 g. of it was fed to a cat weighing 285 g., which did not show any symptom.

On the other hand, 36 mg. of oily substance, obtained from the ether-soluble fraction on dryness, was proved to be fatal to a cat as described above in III-A)-a).

These results demonstrated clearly that the poison in question is soluble in methanol and ether and differs apparently from the paralytic poisons in puffer and shellfish.

B) Acetone extraction

To remove lipoids from ether-soluble fraction, which may be the contaminant of the poison, acetone extraction was attempted. The methanol extract from 5 g. of material was transfered into a separating funnel with a small portion of water and extracted four times with 15 m*l*. portions of ether. After thorough washing with water, the ether fraction was filtered with a dried filter paper and brought about to dryness by removal of ether. The oily substance obtained was then extracted three times with 3 m*l*. portions of anhydrous acetone. Twenty mg. of oily substance soluble in acetone were given *per* orally to a cat weighing 370 g. The cat fell into a coma in about an hour with typical symptoms, but recovered three hours later.

C) Solubility in water

The acetone-soluble substance was similary prepared as above from the same amount of the material and extracted several times with hot water. The aliquots were filtered into a clear solution with the aid of barium carbonate layer. On dryness, the filtrate gave 4.8 mg. of white amorphous mass mixed with a small amount of oil, which was proved to be toxic in feeding experiment with a cat weighing 580 g. The cat fell down on her belly after about an hour, but recovered in two hours.

By the extraction with methanol, 8.2 mg. of oily substance was recovered from the barium carbonate layer and found to be inactive on a cat weighing 534 g.

However, the extract from the same amount of acetone-soluble substance with

water acidulated by tartaric acid to pH 2.8 was quite inactive on a cat, whereas the residue which was recovered from the filter paper with ether was considerably toxic to a cat weighing 510 g., which fell down in an hour and recovered in about two hours and a half.

V. Toxicity of the skin

The author collected the skin from the causative material and tested its toxicity as mentioned above. From the methanol extract equivalent to 5 g. of the minced skin, 460 mg. of ether-soluble matters were obtained by ether extraction. The 480 g. cat fed this ether-soluble fraction showed typical symptoms as described in III-A)-b). As the test material used was taken from the boiled fillet, the author will refrain from giving any definite opinion on the toxicity of the fresh skin, until the untreated, fresh sample becomes available.

VI. Toxicity of other barracuda specimens

Early in July, 1949, the author obtained five individuals of barracuda caught at lat. 22°N. and long. 152°E. about 600 miles SE of the Bonin Islands by the courtesy of Dr. H. NAKAMURA, the chief of Nankai Regional Fisheries Research Laboratory. They had been eviscerated on the deck of catching boat and preserved in ice. They were from 90 to 110 cm. in body length and weighed 5.4 to 10.0 kg. without viscera.

The boiled flesh was fed to cats, but none of them showed any symptom. Moreover, the stuff menbers of this laboratory undertook to test by eating a part of specimens, and none fell ill.

Discussion

Although the detailed examination was impossible due to the shortage of the material, it was clearly shown that the poison is of a quite new type, which has never been found in aquatic animals.

The poison was proved to be soluble in methanol, ether, acetone and water, but insoluble in acidulated water with tartaric acid. As the boiled material caused the poisoning, the poison seems to be heat-stable.

The solubility of the poison in fat-solvents is a marked criterion distinguishing it from the paralytic poisons of puffer and shellfish and the histamine-like substances which cause the allergy-like poisoning. The solubility may offer an advantage in the isolation and purification of the poison and may be a important key to solve the mechamism of the poison occurrence in barracuda. It will be noted here that some of the fat-soluble substances in food are known to be easily absorbed and deposited intact in the depot fat of animals.

The poison exerted a strong toxic action on young cats giving similar symptoms as those occurring in the intoxications by narcotics, sleeping drugs or alcohol. The symptoms differed apparently from those induced by paralytic poisons or histamine-

like substances. These facts support HALSTEAD'S view[4] that tetrodon poisoning should be excluded from ciguatera.

Another characteristic nature of the poison was seen in its weak action on mice. It is not clear, whether this depends on that mice have the less developed brain than cats or that mice used were adult, whereas cats were young. Anyhow, the response of mice may throw some questions on the method adopted by HALSTEAD et al.[10)~11)], in screening test of poisonous fish. It seems probable that the screening test using mice may miss the poison of this type.

The internal organs were not obtainable, but the examination of them seems to be necessary to elucidate the physiology of barracuda. It has been said sofar that the distribution of poisonous barracuda is confined to the southern islands in tropical region. The specimens caught near at the tropic of Cancer in the Northern Pacific, were proved to be non-toxic. The distribution of the poisonous fish is an interesting problem, and the further extensive investigation may be necessary to elucidate it.

Acknowledgement

The author wishes here his sincere thanks to Dr. M. MIGITA and Dr. T. ABE for their kind advice ; to Dr. H. NAKAMURA and Mr. K. ISHIKAWA for the supply of specimens; and to Dr. B. W. HALSTEAD for sending reprints of his publications.

References

1) B. W. HALSTEAD and W. M. LIVELY ; *U. S. Armed Forces Medical Journal*, **V**, No.2,157 (1954).
2) A. YOKOO ; *J. Chem. Soc. Japan.*, **71**, 590 (1950).
K. TSUDA and M. KAWAMURA ; *J. Pharm. Soc. Japan*, **72**, 187, 771 (1952).
3) T. KAWABATA et al. : *This Bull.*, **21**, 335, 341, 347 (1955).
4) B. W. HALSTEAD ; Research Reviews, Office of Naval Research, Department of the Navy. June, 1951.
5) C. SAMUELE, J. T. EMERT and C. C. GROSS ; *U. S. Naval Med. Bull.*, **46**, 311 (1946) : Biol. Abs., **20**, No. 7, 14,521 (1946).
6) Y. HIYAMA ; "Report on the Research of Poisonous Fish in the South Seas." Nissan Fisheries Institute, Odawara. 1943.
7) Y. HASHIMOTO and M. MIGITA ; *This Bull.*, **16**, 341 (1951).
8) Y. HASHIMOTO and M. MIGITA ; *ibid.*, **16**, 77 (1950).
9) Y. HASHIMOTO, K. KANNA and A. SHIOKAWA ; *ibid.*, **15**, 771 (1950).
10) B. W. HALSTEAD and N. C. BUNKER ; *Zoologica, Scientific Contributions of the New York Zoological Society*, Vol. **39**, Part 2, 61 (1954).
11) B. W. HALSTEAD and N. C. BUNKER ; *Copeia*, 1954, No. 1, 1.

魚類の血液ヘモグロビンに関する研究—I.*

松浦文雄・橋本周久
東京大学農学部

Chemical Studies on the Blood Hemoglobins of Fishes—I.

Fumio MATSUURA and Kanehisa HASHIMOTO

Oxy- and met-hemoglobin crystals were obtained from the blood of several kinds of fish, i.e., *Thunnus orientalis* (immature), *Katsuwonus vagans*, *Cyprinus carpio*, and *Seriola quinqueradiata*, etc., by SCHULZ's method, by DRABKIN's method or by the modification of the latter (Fig. 1), and studied spectrophotometrically.

The spectra of various derivatives of these hemoglobins were then compared with those of horse hemoglobin prepared for reference (Fig. 2, Table 1), and it was found that there are neither so marked specific differences between fish and horse hemoglobins, nor between fish hemoglobins as seen increases of myoglobins of fish and higher vertebrates.

各種動物の血液ヘモグロビン（以下 Hb と略）に関する研究は多い．魚類の Hb についてもその血液中濃度，酸素等に対する親和度，沈降恒数，等電点[1]等の報告が見られ，又 FUNKE[2]，REMAK[3]，TEICHMANN[4]，REICHERT & BROWN[5]，ROCHE[6]，らにより種々の魚類から結晶が得られている。就中，REICHERT らは百余種の動物の Hb と共にエイ，チョウザメ，ニシン，コイの結晶を得ている。然るに，魚類 Hb のスペクトルの性質に関しては，著者らの調べえた限りでは僅に BARCROFT ら[7]が種々の動物の Hb の酸素親和度とそのスペクトル的性質との関連に関する研究の中で，コイの喀血せる血液をそのまま用いて，oxy 型並びに carbonyl 型 Hb のスペクトルの極く一部につき報じているに過ぎない。そこで，比較生化学的見地から魚類 Hb のスペクトル的性質を明かにしたいと考えた。即ち，カツオ，マグロ等数種の魚類より Hb を結晶化し，それらの種々の誘導体の可視部スペクトルを測定して，吸収極大極小の分子吸光係数を算出し，之を対照のため調製した馬の Hb と比較したので，取敢えず今迄に知り得たところを報告する。

実　験　の　部

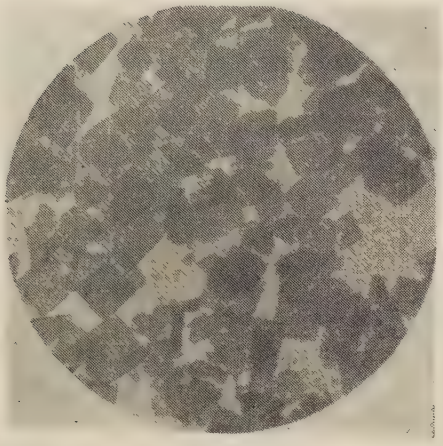
1．試料：　用いた魚種はメジ，カツオ，ブリ，コイ等であり，他に比較のため馬を選んだ。何れも可及的新鮮なものを得ようとしたが，コイ，馬以外は死後多少時間を経過したものであつた。採血方法は区々で，コイでは動脈幹から直接採血したが，他は頭部又は尾部切断によつて，滴下する血液を蒐めて用いた。抗凝固剤は蓚酸カリ（最終濃度 0.2 %）を使用した。

2．結晶調製法：　HOPPE-SEYLER[8]が Hb 結晶の本格的調製法を発表して以来，多少の変改を伴つて色々の方法が案出されているが，その多くは主要な三段階から成立つている。即ち，(1)血漿蛋白等除去のため，血球を数度生理的食塩水で洗滌すること。(2)洗滌血球を溶血し，ストローマを除去すること。(3)Hb の濃厚液に中性塩等を添加して Hb を結晶化せしめることである。本実験に於いても DRABKIN 法[9]を始め，従来の方法をそのまゝ又は少しく変改して適用したに過ぎないが，以下実例をあげつつこれらの方法につき略記する。

（A）SCHULZ 法[10]：洗滌血球を少量の水で溶血し遠心分離後，上澄 Hb 溶液に同量の飽和硫安溶液を混和し，直に濾過すれば濾液からやがて Hb の結晶が析出する方法であり，コイ（Fig. 1 A），馬で結晶を得たが，ブリ，ウナギ等では無定形沈澱をうるに留つた。

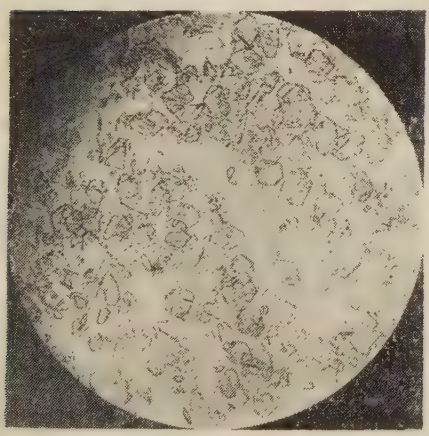
1955 年 8 月 16 日受理

* 本研究は一部 昭和 30 年 4 月 5 日，日本農学大会水産部会に於て講演した。

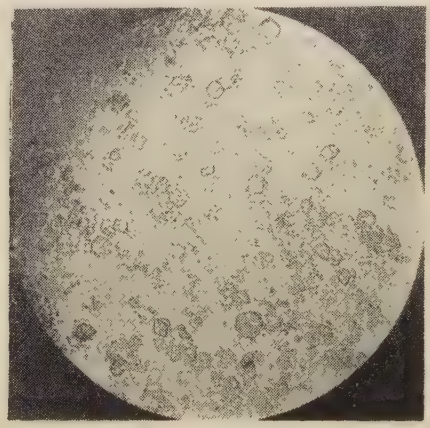


HbO_2 of carp. *Cyprinus carpio* (A) (x 750)

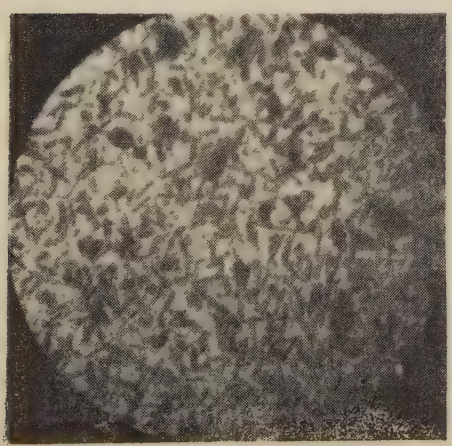
MHb of carp, *Cyprinus carpio* (B) (x 750)



HbO_2 of bonito, *Katsuwonus vagans* (x 125)



HbO_2 of tuna, *Thunnus orientalis* (immature) (x 125)



MHb of yellowtail, *Seriola quinqueradiata* (x 125)

Fig. 1. HbO_2 or MHb crystals prepared from the blood of some fishes.

（B） Drabkin 法[9]：洗滌血球に同量の水と 0.4 量のトルオールとを加え激しく混合し，低温に放置する。暫時後，遠心分離して Hb 溶液を分ち，之をセロファン袋に入れ，3 容の飽和硫安（又は 2.8 M phosphate buffer, pH=6.6～6.8）に対し，冷室で透析して結晶化せしめる方法である。本法も又馬では容易に成功したが，魚類ではコイ，ブリ等で試み，コイの場合にのみ結晶化並に再結晶に成功した（Fig. 1 B）。又 Drabkin は本法の結晶化の段階で透析の代りに飽和硫安溶液（若しくは phosphate 溶液）を微濁の生成するまでよく混合しつつ加え，速かに濾過後低温に放置して結晶せしめる方法をも述べて居り，著者らの場合本法によりブリ（Fig. 1），コイで結晶を得た。

（C） Drabkin 法の変改：Drabkin 法[9]で飽和硫安溶液（又は phosphate 溶液）に透析した場合，屢々Hb が無定形沈澱として得られた。この場合，一応沈澱を遠心分離して集め少量の水に溶解の上，セロファン袋に入れ，水道水（井水）に二昼夜透析，生成せる沈澱を濾別したところ，この濾液からは Schulz 法或は Drabkin 法によつて結晶をうることが出来た。之は水道水に対して透析することにより溶液中に混在する globulin 性の蛋白が或る程度沈澱として析出するのを除去し得たため Hb の結晶化に有利な条件を与えたものではないかと考えられる。本法はメジ，カツオ（共に Fig. 1）で成功を見た。

3．Spectrophotometry：メジ，コイ，ブリ，馬の各 Hb 結晶（コイと馬のは再結結晶）を水に溶かし，先に報じた myoglobin の場合[11]と同様に phosphate buffer（最終濃度 M/20，最終 pH 7.0）で稀釈の上，種々の誘導体をつくり，Beckman spectrophotometer で可視部スペクトルを測定した。尚 oxy 型は一部の met 化等によつて作成困難のため，今回は省略した。

結　果　と　考　察

上述の如く魚種によりその Hb 結晶化に難易があつた。この理由は全く不明であるが，生魚試料を用いたのはコイのみであり，或いは鮮度の影響かとも思われる。

得られた Hb 結晶は Fig. 1 に示す如くであり，ブリ，コイ（B）のは met 形で他は oxy 形が主であつた。図によると魚種間に結晶形の相異が見られるが，かゝる物質の結晶形は析出条件の如何で色々と変ること[12]が知られているので，これらの相異が直に種特異性を反映するものとは云えず，この点は今後析出条件を一定にして検討したい。

次に spectrophotometry であるが，本来再結晶を繰返して得た純粋 Hb を用いて之を行うに如くはないが，試料の量的制約等のためコイと馬を除いては再結晶を行つていない。一応これらの結晶を用いてスペクトルの性質を観察し，コイと馬の Hb の各種誘導体の吸収曲線を Fig. 2 に，又これら魚種並に馬の誘導体の主要吸収極大極小の分子吸光係数を Table 1 に示した。本係数の算出に当つては，試料の鉄含量を基礎とするのが一般であるが，試料不足のため鉄の測定が不能であつたので，こゝでは Drabkin[13]が犬等の cyan met Hb につき求めた値 11.5（波長 540 mμ，濃度 1 mm per l，液の厚さ 1 cm）が彼の云う如く他種動物にも適用しうるものとして諸誘導体の吸光係数算出の基礎とした（尤も Drabkin のこの係数が果して同氏の云う通りか否かについては疑問なしとしないが，少くとも同一 Hb についてはその各種誘導体の諸係数間の相対的な関係は変らない筈である）。尚本試験の Hb 試料の或るものは，再結晶せるものを又或るものは初めの結晶そのものを用いているが，Drabkin[9],[14]，Horecker[15]らの報告によると，Hb のスペクトル的性質は whole blood，洗滌血球の hemolysate，結晶の何れを用いてもさ程変らないと云つているので，吾々の得た結果もさ

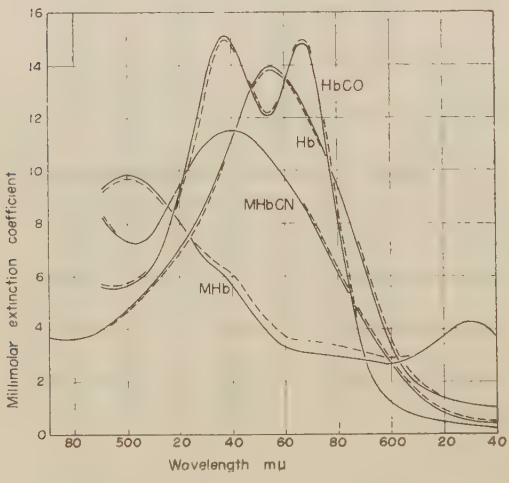


Fig. 2. Absorption curves of Hb derivatives of carp (full line) and horse (dotted ine).

Table 1. Spectrophotometric constants ε^* (c=1mm per l., d=1 cm.) of the derivatives of fish hemoglobins and their extinction ratios.

Derivative	Wavelength**		*Thunnus orientalis*, immature	*Cyprinus carpio*	*Seriola quinqueradiata*	Horse
HbCO	495 mμ	(m′)	5.59	5.51	5.54	5.66
	538	(β)	15.13	15.09	15.23	14.89
	554	(m)	12.08	12.07	12.15	12.21
	568	(α)	14.43	14.68	14.73	14.95
	ratio	β/m	1.25	1.25	1.25	1.22
		α/m	1.19	1.22	1.21	1.22
Hb	475	(m)	3.66	3.61	3.63	3.61
	555	(α)	13.67	13.90	14.00	13.71
	ratio	α/m	3.74	3.85	3.86	3.80
MHb	500	(β)	9.78	9.82	9.51	9.73
	600	(m)	2.75	2.67	2.78	2.92
	630	(α)	4.21	4.26	3.91	4.27
	ratio	β/m	3.56	3.68	3.42	3.33
		α/m	1.53	1.59	1.41	1.46
MHbCN	504	(m)	7.24	7.26	7.37	7.27
	540	(α)	(11.5)	(11.5)	(11.5)	(11.5)
	ratio	α/m	1.59	1.58	1.56	1.58

* These constants were calculated on the basis of Hb concentration, which was determined by using ε of MHbCN at wavelength 540 mμ=11.5 (DRABKIN[13]).

** α, maximum of the α band; β, maximum of the β band; m and m′, minima.

して不当なものとは思われない。

之らの図表から明らかな如く，コイと馬，又コイと他の魚種のスペクトルの性質は極めて相似て居り，各誘導体の吸収極大極小の位置及び吸光係数は殆ど一致している。又，比較のため本実験に用いた馬 Hb のスペクトルの性質は馬[16]，人犬牛等[17]についての従来の文献値に概ね一致した。但，carbonyl 型で魚と馬の間に小さな差異が見られた。即ち α (568 mμ)，β (538 mμ) 両極大の大きさが馬（外にウサギ）の場合は殆ど同じであるのに対し，之らの魚種（外にカツオ，マカジキ，ウナギ等）では凡て β 極大の方が α 極大よりも多少大であつた。併しこの差異は小さなもので，本性質が魚類 Hb の特異性であるのか否かは今のところ不明である。

以上，主に魚の結晶 Hb のスペクトルの性質につき述べた。本研究は未だ不備の点を免れないが，上の結果に基いて結論すれば，魚類 Hb は少くともスペクトル的性質に関しては myoglobin の場合と異つて高等動物との間の差異は殆ど認められない。

了りに臨み，種々御指導を賜つた秋教授並に試料蒐集に当り，便宜を与えられた日本大学露木英男氏に深謝する。尚，本研究費の一部に文部省科学研究助成補助金の支出に仰いだ。記して謝意を表する。

文　献

1) C.L. PROSSER, et al. : "Comparative Animal Physiology", W.B. Saunders Company, Philadelphia (1950).
2) O. FUNKE : *Z. rat. Med.*, 185 (1851) (Cited in REICHERT & BROWN.[5]).
3) REMAK : *Arch. Anatomie u. Physiol.*, 115 (1852) (Cited in REICHERT & BROWN.[5]).
4) L. TEICHMANN : *Z. rat. Med.*, 375 (1853) (Cited in REICHERT & BROWN.[5]).
5) E.T. REICHERT & A.P. BROWN : Carnegie Inst. Washington, Pub. No. 116 (1909).
6) J. ROCHE : *Trav. membres soc. chim. biol.*, **23**, 1114 (1941).

7 J. Barcroft, et al. : *Proc. Roy. Soc.* (*London*), **97** B, 61 (1925).
8 F. Hoppe-Seyler : *Med.-chem. Untersuch.*, **2**, 181 (1867).
9 D.L. Drabkin : *J. Biol. Chem.*, **164**, 703 (1946).
10) F.N. Schulz : *Z. physiol. chem.*, **24**, 449 (1898).
11 松浦文雄・橋本周久 : 日水誌, **20**, 946 (1955).
12) 例えば, R.A. Lawrie : *Nature*, **167**, 802 (1951).
13 D.L. Drabkin : *Am. J. Med. Sci.*, **209**, 268 (1945).
14) D.L. Drabkin : *J. Biol. Chem.*, **112**, 51 (1935~6).
15 B.L. Horecker : *Ibid.*, **148**, 173 (1943).
16) M. Suzuki, et al. : *J. Biochem.*, **41**, 401 (1954).
17 R. Lemberg & J.W. Legge : "Hematin Compounds & Bile Pigments", Intersci. Publishers, New York (1949).

魚類肉蛋白のアミノ酸組成について*

鴻巣章二・香取進一・太田良三・江口貞也・森 高次郎
東京大学農学部

Amino Acid Composition of Fish Muscle Protein

Shoji KONOSU, Shin-ichi KATORI, Ryozo ŌTA, Sadanari EGUCHI and Takajiro MORI

Previous paper[1] from this laboratory has reported the amino contents of the ordinary and the red muscle proteins of some fishes. Microbiological technique employed in the previous work was extended further to 10 species of common fish, which are important and representative species for Japanese foodstuff, and content of 17 amino acids of the ordinary muscle proteins prepared from these fishes were determined. The results obtained are tabulated in Tables 1~3.

It was expressed in the previous report that amino acid composition of the fish muscle proteins analysed were relatively uniform. The same result was obtained in this study, too, although some slight differences were observed in several amino acids, especially in aspartic acid.

Therefore, it may be possible to state that the amino acid composition of the fish muscle protein is relatively constant without distinction of species, including the cuttle-fish and shark.

Furthermore, it is noteworthy on the nutritional point of view that the content of essential amino acids of the cuttle-fish muscle protein are almost same as those of the fish.

魚類肉蛋白のアミノ酸含量に関しては，我が国はもとより諸外国においても古くから数多くの研究がなされているが何れも断片的なものが多く，例えば特定な二，三のアミノ酸のみに着目して測定したもの，或は栄養学的な見地から必須アミノ酸の一部又は全部のみに限定して定量したものなどが多く，また一方 Alanine, Leucine, Isoleucine, Serine, Proline 等の含量に関する報告は非常に少い。これらの分析結果を組合せることによって，魚肉蛋白のアミノ酸組成を略々窺い知ることは出来るのであるが，魚肉蛋白の化学的特性ないしは栄養学的価値を正確に把握するためには，やはり同一の試料についてすべてのアミノ酸を一貫して定量した結果が望まれるのである。然しながら，かゝる報告はごく少く数種の魚類について行われているに過ぎない。

衆知の如く，魚肉蛋白は我が国における最も重要なる動物蛋白なるに拘らず，構成アミノ酸の全貌を明かにした報告のないのを遺憾とし，本研究を開始しすでにサバ，ブリ，メバチ，カツオの4種の普通肉及び血合肉の 17 種のアミノ酸含量を Bioassay により測定し，これら魚類の間では両筋肉ともにほゞ一定した組成を有し，魚種間に顕著な差は認められず，また栄養学的には陸上動物に比して遜色のないことを明かにした[1]。その後引続き分類学上の位置を考慮に入れ，我々が日常食用とする代表的魚類を 10 種選んでその普通肉蛋白のアミノ酸含量を同じく Bioassay により測定し魚種間における差異について更に検討したので，その結果を次に報告する。

実 験

試料調製：イニシのみは冷凍品を用いたが，その他の魚類は何れも可及的新鮮なものを魚市場より入手したもので，その体長，体重，入手時期は第1表の通りである。

これらの魚類は血合肉を除き，普通肉より脂肪組織，結締組織を出来るだけ除去し，スルメイカは胴部のみをとり，表皮を剝いで何れも細挫，この一部を取つて一般分析用に供し，残部を前報[1]と同様に沸騰水，

1955 年 8 月 29 日受理
* 本報告の一部は昭和 30 年 4 月 5 日，農学大会部会において発表した。

Table 1. Body length and weight of fishes.

Species	Number of fish used	Body length (cm.)	Body wt. (g.)	Date of sampling
Mustelus manazo	3	85～93	2120～2570	Sept., 1954
Sardinia melanosticta	19	18～22	80～ 135	Feb., 1955
*Oncorhynchus nerka**	1	——	——	——
Cyprinus carpio	2	35～36	1000～1300	May, 1955
Muraenesox cinereus	3	——	——	Oct., 1954
Trachurus japonicus	15	20～23	150～ 220	Mar., 1955
Pagrosomus major	2	28	620～ 630	Feb., 〃
Kareius bicoloratus	5	25～29	370～ 480	May, 〃
Theragra chalcogramma	4	45～53	860～1510	Sept., 1954
Ommastrephes sloani pacificus	10	——	200～ 250	Aug., 〃

* Frozen fish was used.

酒精、エーテルにて順次処理して供試肉蛋白とした。一般分析の結果に依る調製肉蛋白の粗灰分及び全窒素含量はそれぞれ第2，3表の如くである。

Table 2. Composition of the ordinary Muscle.**

Species	Moisture (%)	On moisture-free basis (%)					
		Crude Ash	Crude Fat	Total-N	Crude protein	Protein-N	Protein
Mustelus manazo	82.29	6.55	0.45	19.10	——	12.81	80.05
Sardinia melanosticta	76.55	5.96	2.85	14.42	90.13	12.69	79.31
*Oncorhynchus nerka**	——	4.24	15.74	12.61	78.81	10.81	67.56
Cyprinus carpio	77.47	5.04	13.88	12.59	78.69	11.28	70.50
Muraenesox cinereus	77.30	5.64	1.67	15.14	94.63	13.74	85.88
Trachurus japonicus	78.24	5.32	5.99	14.08	88.00	12.74	78.63
Pagrosomus major	76.69	6.25	0.83	15.05	94.06	13.47	84.19
Kareius bicoloratus	75.98	6.02	1.65	14.88	93.00	13.27	82.94
Theragra chalcogramma	80.45	6.01	0.84	15.48	96.75	13.51	84.46
*Ommastrephes sloani pacificus***	80.43	6.66	4.68	14.06	87.88	11.14	69.63

* See foot-note in Table 1.

** Connective and adipose tissues were removed as carefully as possible.

*** Mantle, from which skin was removed, was used.

Bioassay： 試料の加水分解条件，各アミノ酸の定量法は前報の通りで，田村氏等の報告[2]及び蛋白質化学[3]所載の方法に従つた。

実驗結果及び考察

得られた各魚類のアミノ酸組成は第3表の通りである。Cystine の定量は遺憾乍ら今回も省略した。

前報で4種の魚類のアミノ酸組成が極めて似ていることを述べたが，今回得られた結果もまた軟体動物であるスルメイカをも含めて全く同様であり，魚種間に著しい差はないという予想が確められた。即ちここに分析せられた魚類の間では，個々のアミノ酸含量に多少の差異は認められるのであるが，分類学上の位置，魚の棲息環境，或は外観的な肉質の差等より観て一定の傾向は窺えずそのアミノ酸組成は全体的に非常に近似しているといえよう。

次に前報のサバ，ブリ，メバチ，カツオの普通肉の分析結果も含めて，個々のアミノ酸について述べる。

従来報告の少かつた Alanine, Leucine, Isoleucine, Serine, Proline 等はそれぞれ大略6～7，8～9．5～8，5～6，3～4％と Isoleucine にやゝ変動がみられるが，ほゞ一定した含量を示している。

魚肉蛋白中の Glycine の存在については前報に述べたが，本実驗においても3～5％とほゞ同量或はそれ以上の含量が示された。Valine は6～8％で，特にカツオは 9.4％と高い含量を示し，ブリの 8.4，メバチの 8.1％とともに赤身の肉に多い傾向がみられた。

波多腰氏[4]は多くの魚介類肉蛋白の Methionine 及び Threonine 含量を測定し，魚類では両者とも3～4％で，種類により大差がないと報じているが，我々の得た結果も Methionine は3～4％で松浦氏[5]等の得

Table 3. Amino acid composition of muscle proteins of fishes.**
(Parts of total-N, amino acid and amide-N per 100 parts of moisture- and ash-free proteins)

Amino acid	Strain used† in Bioassay	*Mustelus manazo* (hoshizame)	*Sardinia melanosticta* (maiwashi)	*Oncorhynchus nerka* (benimasu)	*Cyprinus carpio* (koi)	*Muraenesox cinereus* (hamo)	*Trachurus japonicus* (maaji)	*Pagrosomus major* (madai)	*Kareius bicoloratus* (ishigarei)	*Thevagra chalcogramma* (suketōdara)	*Ommastrephes**** *sloani pacificus* (surumeika)
Total-N (Crude Ash)		16.69 (0.20)	16.17 (0.88)	16.00 (0.30)	15.67 (0.53)	16.40 (0.34)	16.08 (0.43)	16.19 (0.59)	16.19 (0.43)	16.34 (0.20)	16.37 (0.72)
Glycine	M	4.7	5.6	3.5	3.7	4.6	5.0	5.3	4.1	5.0	4.5
Alanine	C	6.1	7.3	6.6	6.9	5.2	7.2	6.9	6.3	5.9	5.5
Valine	A	6.1	7.4	7.4	6.6	5.8	7.1	6.9	7.0	5.7	5.9
Leucine	M	8.3	9.3	9.1	9.2	8.3	9.1	9.1	9.0	8.3	9.1
Isoleucine	A	7.7	6.0	5.2	5.1	7.3	6.1	6.4	5.1	7.2	8.1
Serine	M	5.4	5.1	4.9	5.0	5.4	4.8	4.9	5.4	5.3	5.6
Threonine	S	6.2	5.6	6.0	5.9	5.9	5.6	5.7	5.6	5.8	5.4
Methionine	M	3.4	3.6	3.4	3.3	3.5	3.6	3.7	3.1	3.6	3.6
Aspartic acid	M	6.2	11.2	10.8	10.9	6.6	10.8	10.8	10.5	6.3	10.9
Glutamic acid	A	15.2	14.7	14.8	16.6	16.0	15.8	14.5	15.8	15.9	14.9
Tyrosine	A	3.6	4.4	4.1	3.8	3.8	4.6	4.4	4.2	3.9	4.5
Phenylalanine	A	4.4	4.7	4.8	5.1	4.6	4.9	5.0	4.4	4.3	5.3
Proline	M	3.7	4.0	3.7	3.1	3.7	4.1	4.3	3.6	3.8	3.8
Tryptophan	A	1.3	1.3	1.3	1.1	1.2	1.3	1.4	1.2	1.2	1.2
Arginine	M	7.0	6.9	5.8	6.0	6.7	6.8	7.0	6.2	7.0	7.0
Lysine	M	10.8	11.0	10.6	11.6	11.3	10.7	10.0	10.3	11.0	11.4
Histidine	F	2.9	2.5	2.9	2.2	2.8	2.3	2.4	2.5	2.4	2.3
(Amide-N)		(1.04)	(0.93)	(0.94)	(0.94)	(0.93)	(0.96)	(0.94)	(0.99)	(0.93)	(1.01)
Total		103.0	110.6	104.9	106.1	102.7	109.8	108.7	104.3	102.6	109.0

** & *** See foot-note in Table 2.

† A : *Lactbacillus arabinosus* 17-5, F : *Lact. fermenti* 36, S : *Streptococcus faecalis* R, M : *Leuconostoc mesenteroides* M, M : *Leconastoc mesenterrdes* P-60, C : *Leuc. citrovorum* 8081,

た傾向とともに一致している。Threonine は5～6％で波多腰氏の結果より可成り高いが，他の報告に比較して必ずしも過大ではないと考えられる。

最近松本氏等[8]はイカ肉の蛋白の等電点が魚肉蛋白のそれより低い原因として，酸性アミノ酸が多いからではないかとして，スルメイカ，ヤリイカ，カツオ，マアジ，ヒラメについてペーパークロマトグラフィにより Glutamic acid 及び Aspartic acid を定量したが，両者に差のないことを報じている。我々の結果も Glutamic acid がスルメイカ 14.9％に対し魚類では 14～16％，Aspartic acid がスルメイカ 10.9％に対し魚類は 10～11％（ホシザメ，マダラ，ヒゲヒウタラの3種は6％台で可成り低い）で差がなく，松本氏等の傾向と一致している。この傾向は他の各アミノ酸についても全く同様で，イカ肉が魚肉に比して種々の特性を有している[9]に拘らずアミノ酸組成に於て差異のないことは興味あることであり，また栄養学的にみると必須アミノ酸のうち Isoleucine と Phenylalanine は魚類より多い傾向も見られ，イカ肉利用の面で大いに注目すべきことゝ考える。

Lysine は 10～12％で従来の報告よりやゝ高い。Histidine は2～4％で魚種によりやゝ変動の多いアミノ酸で，サバ，メバチ，カツオは3％台で何れも他に比して多い。

杉村氏等[10]は同じく Bioassay により上に述べた松本氏等[8]と同一の試料を用いて 16 種のアミノ酸を測定しているが，これと比較すると我々の得た値は可成り高く，明らかに低いのは Proline と Valine のみである。これは分析した魚類の個体差或は季節的な差によるものか，或は蛋白調製法の差によるものか不明であるが，我々の結果はむしろ Block 等[6]の掲げる魚肉のアミノ酸含量に近い。

終りに臨み，実験に協力された秋山明子氏に深甚なる謝意を表する。尚，本研究費は一部昭和 29 年度農林漁業試験研究費の援助を仰いだ。記して感謝の意を表する。

文　　献

1) 松浦文雄・鴻巣章二：日水会誌，**20**，941～945 (1955).
2) 田村学造・角田俊直：日農化，**26**，464～470 (1952).
3) 赤堀四郎・水島三一郎：“蛋白質化学”，1巻，共立出版，東京 (1954)，pp. 282～308.
4) 波多腰ヤス：日農化，**27**，795～797 (1953).
5) 松浦文雄・木暮武雄・福井源治：日水会誌，**17**，359～362 (1952).
6) R. J. Block and D. Bolling：“The amino acid composition of proteins and foods” 2 nd ed., Charles C. Thomas Publisher, Springfield, Ill., (1951) pp. 489.
7) C. P. Deas and H. L. A. Tarr：J. Fish. Res. Bd. Can., 513～521 (1949).
8) 松本重一郎・石野芳雄・新井とみ子：日水会誌，**20**，1105～1109 (1955).
9) 右田正男：日水会誌，**18**，558～568 (1953).
10) K. Sugimura, H. Taika, N. Hoshino, H. Ebisawa and T. Nagahara：日水会誌，**20**，520～524 (1954).

水産食品の腐敗中毒に関する研究 Ⅳ.
再びアレルギー様食中毒の発生例について

河端俊治・石坂公成・三浦利之
（国立予防衛生研究所）

Studies on the Food Poisoning Associated with Putrefaction of Marine Products—Ⅳ.
Epidemiology and the Causative Agents of the Outbreaks of Allergy-like Food Poisoning Caused by Cooked Frigate-mackerel Meat at Kawasaki and by "Samma Sakuraboshi" at Hamamatsu

Toshiharu KAWABATA, Kimishige ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA

An outbreak of allergy-like food poisoning occurred in Kawasaki, Kanagawa Prefecture, on August 19, 1954, in which all of 11 persons who had taken cooked frigate-mackerel meat fell ill. Another outbreak of similar food poisoning was observed on October 16, 1954, in a factory at Hamamatsu, Shizuoka Prefecture, in which 90 developed allergy-like symptoms among 400 persons who had consumed "samma sakuraboshi" in their lunch.

In both outbreaks, similar symptoms of characteristic as observed in the cases previously occurred in 1953 were recorded.

Chemical anaylyses of the incriminated materials of both outbreaks as well as ordinary market material showed no significant difference in the contents of volatile basic-N or trimethylamine-N between them. However, much amount of histamine and of total vagus-stimulant were observed in the crude methanolic extracts of the causative food. The latter was estimated by Magnus' method using intestine of guinea pigs.

The toxic substance other than histamine was successfully isolated and was identified as "saurine", which is an autonomic nervous toxin like histamine recently isolated by us. The high content and the wide distribution of histamine and "saurine" in each material of incriminated foodstuffs may suggest that these poisons should be the main causative agents in allergy-like food poisoning.

As for the extraction of these toxic substances, histamine was easily extracted according to such ordinary process that with methanol → absolute ethanol → methanol. On the other hand, "saurine" could hardly be extracted by above procedure. Very slight solubility in absolute alcohol of this substance is the one of the marked differences from histamine.

前報[1]において，水産食品に多発するアレルギー様食中毒の検体（広島県下のサンマ桜干し及び熊本県下のサバ味付罐詰）より多量の histamine のほか，histamine 様の生理作用を有する未知の自律神経毒を見出し，これを便宜上仮に "saurine" と名付けた。その後筆者らの扱った例のアレルギー様食中毒検体及び中毒検体ではないが1例のサンマ干物より histamine 以外に前報に記載した "saurine" と同一物と考えられる毒物を証明することができたので，こゝに報告する。

Ⅰ 疫学的調査事項

1. 浜松市におけるサンマ桜干しの事例

発生日時　昭和 29 年 10 月 16 日 12 時 30 分頃。

1955 年 8 月 11 日受理

発生場所　浜松市F精密K.K.　浜松工場。
攝食者　400 名　発病者　90 名。
発病率　22.5 %　潜伏期　30 分～3時間 30 分。
症　状　顔面紅潮，強度の頭痛，ジンマ疹様発疹が主で不快感が少数。悪寒，発熱不明，下痢なし。大部分は2～11 時間で治ゆしたが，重症者の6名は翌日まで臥床した。
検　体　福島県小名浜産の桜干しで，築地，静岡，浜松を経て会社で購入，16 日の昼食の副食として配給。
攝取量と発病との関係　第1表に示したように，1/2～1枚半が発病率が最も高く，かえつて2～3枚の低いのが目立つた。これは恐らく検体のすべてが同じように悪かつたのでなく，不良品が不均一に分布していたためであろう。(この際 histamine 等の耐性についても，個人差を考えねばならぬことは勿論であるが)

Table 1. Relation between the amount of responsible food consumed and the morbidity of poisoning.

Amount consumed	Number of person consumed	Victims				Morbidity %
		Total	Serious case	Moderate case	Slight case	
1/2 piece	10	7	2	0	5	70.0
2/3 〃	9	4	0	1	3	44.4
1 〃	334	68	16	23	29	21.0
1/2 〃	20	10	1	4	5	50.0
2 〃	14	1	1	0	0	0.07
3 〃	3	0	1	0	0	0
Total	390	90	20	28	42	

2.　ソウダガツオ煮付による事例

発生日時　昭和 29 年8月 19 日。
発生場所　川崎市小杉町N消防署。
攝取者　11 名　発病者 11 名　発病率 100 %。
潜伏期　20～30 分。
症　状　攝食後倦怠感を以て始まり，初め顔面及び上半身にジンマ疹様の発疹が現われ，顔面硬直し下部に移行した。頭痛，発熱，下痢，悪寒，腹痛嘔吐は見られなかつた。
原因食品となつたソウダカツオは，署員がレクリエーションのため沼津で購入したものといわれる。
以上の2例は何れも典型的なアレルギー様食中毒で，原因は他の例と軌を一にして起つたものと思われる。

Ⅱ　実　　験

1.　中毒検体についての分析

(1)　検体は前記2種のほか，中毒原因となつたものではないが，著者の一人河端の入手したサンマ干物(半乾品で一片を口に入れると刺戟味を感じたもの)を併せて分析に供した。

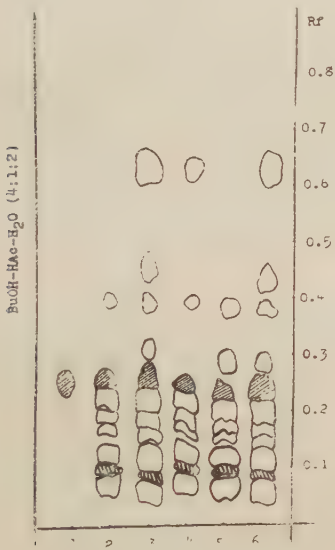
(2)　分析方法　NH_3–N；微量拡散法と Nessler 法の併用[2]　trimethylamine-N (TMA-N)；微量拡散，酸アルカリ滴定法[3]　histamine；前報[1]記載の粗抽出液について門田法[4]によつた。全迷走神経刺戟物質[1]；粗抽出液についてモルモット摘出腸管を用いる Magnus 法によつて測定。結果は標準 histamine と対比しながら histamine 相当量を以て表わした。

(3)　結　果　得られた結果は第2表に示した。

これより判るように，NH_3-N と TMA-N では正常品にくらべ大差がないと思われたが，histamine は 240～320 mg %検出され，全迷走神経刺戟物は 400～500 mg %に及んだ。この値は広島のサンマ桜干しの事例にくらべ，著しく小さい値であつた。しかし中毒検体は外見上及び普通の鮮度判定方法では殆んど良品と区別出来ないにかゝわらず，多量の中毒原因物質が含まれているという事実は注目される。

Table 2. Analytical data of the incriminated material.

Materials examined	NH-N mg %	TMA-N mg %	Histamine mg %	Total contraction of intestine, mg% (equivalent histamine)
"Samma sakuraboshi" from Hamamatsu (A)	20.6	11.4	107	376
〃 (B)	11.9	11.6	97	500
〃 of Hiroshima episode in 1953	48.8	17.2	460	5,000
〃 of ordinary market sample	36.2	4.97	0.23	1.3
"Samma hiraki"	11.9	11.6	62.5	250
Cooked frigate-mackerel from Kawasaki	21.9	9.0	128	400



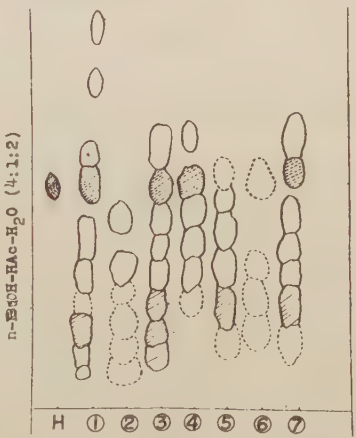
1. Histamine-2 HCl (Merck).
2. "Samma sakuraboshi" from Hamamatsu episode in 1954.
3. 〃
4. "Samma hiraki", which had no relation to poisoning but had irritative taste.
5. Cooked frigate mackerel from Kawasaki episode in 1954.
6. "Samma sakuraboshi" from Hiroshima episode in 1953.

Sample ; extract with 80 % MeOH, at room temperature, for 24 hrs.
Solvent ; n-BuOH-HAc-H_2O (4 : 1 : 2)
Coloring reagent; ninhydrin in BuOH.
Note : Spots figured with oblique dotted lines coincided with histamine and with oblique lines "saurine"

Fig. 1. One-dimensional paper chromatogram obtained from the responsible food of outbreaks.

2. ペーパークロマトグラフによる毒物の検出

（1） 実験方法　前報[1]と同様，検体の 80 %メタノール室温抽出物（粗毒）について n-BuOH•AcOH•H_2O (4 : 1 : 2) を展開剤とし1次元クロマトを展開し，ninhydrine で発色させる一方，同一条件で展開した濾紙上の スポット対応部分の水抽出液（1 スポット 1 cc にて抽出）についてモルモット腸管収縮作用を調べた。なお，比較のため広島のサンマ検体及び histamine (500 γ/cc) を共に展開し腸管収縮を調べた。



Note : The spots of positive contraction with intestine are shaded with oblique lines. The spots shaded with oblique dotted lines were identified as histamine and those with oblique lines were coincident with "saurine".
Numerals are indicative the number of extracts, and H means histamine-2 HCl.

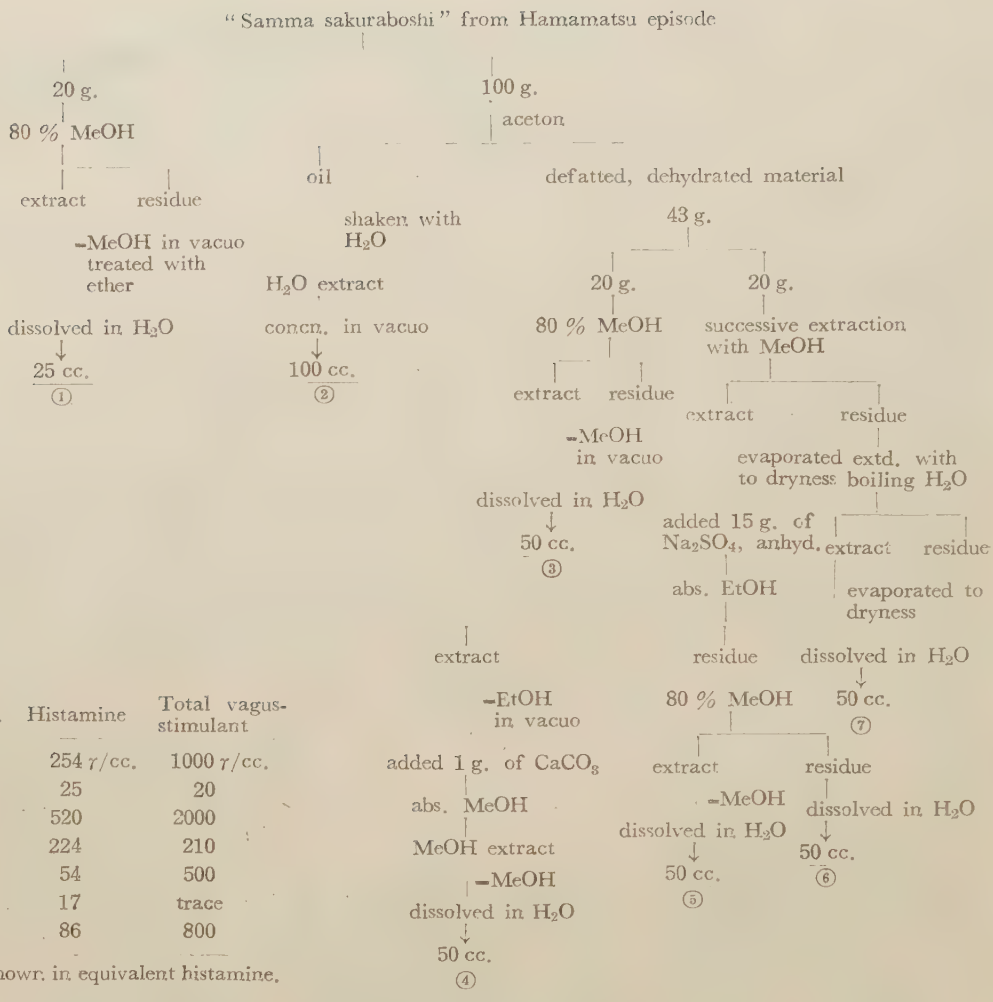
Fig. 3. Paper chromatogram of the extracts ① to ⑦ shown in Fig. 2 and the action to contract intestine of the extract from the part corresponding to each spot on the paper.

（2） 実験結果　第1図に示したように，各検体には共通して histamine が検出されたほか，共通して "saurine"（われわれの分離した一種の未知自律神経毒）が認められた。この事実は "saurine" が histamine と共にアレルギー様食中毒の原因として重要な役割を演ずるというわれわれの見解をいよいよ裏付けるものといえよう。

3. 粗毒抽出方法の検討

検体中に含まれる有毒成分は検体の種類或は時と所によって当然相違があることを考慮しなければならないが，宮木氏[5]らは長野県下のサンマ桜干し中毒検体より histamine のみを毒物として得ている。（こゝでは氏等のいう協力因子は除いた）

氏らの方法はアセトンで脱脂脱水した検体をメタノール



No.	Histamine	Total vagus-stimulant
①	254 γ/cc.	1000 γ/cc.
②	25	20
③	520	2000
④	224	210
⑤	54	500
⑥	17	trace
⑦	86	800

shown in equivalent histamine.

Fig. 2 Camparison of the extraction procedures for toxic substances from the causative food.

で連続抽出し，抽出液を更に無水エタノール，メタノールで処理して histamine を得ているので，われわれもこの方法を追試し，特に "saurine" の移行状態を調べることに主眼をおいた。実施した術式は第2図に示した如くで，太線で示したのが宮木氏らの方法である。得られた各分画については，腸管収縮の作用を測定したほか，一次元クロマト（n-BuOH•AcOH•H_2O, 4 : 1 : 2）を行い，各スポットの対応部分（但しスポットの現われなくても）他の分画のスポット相当位置についても腸管収縮能を調べた。この部分は第3図で点線で囲んである。その結果は第3図に示してある。収縮の陽性にでたスポットは斜線を附してある。この中で④の抽出分画に最も histamine が顕著に現われたことは，宮木氏らの結果と一致している。

しかし④では "saurine" は殆ど得られず，残留部である⑤及び⑦にはつきり認められた。この結果は既に報告Ⅱ中で指摘したように，"saurine" が有機溶媒に溶けにくく，殊に無水アルコールに溶解度の小さいという事実に照して当然といえよう。この点は "saurine" と histamine の相違点の1つと考えられ，従来から用いられて来た無水アルコール，メタノール等による amine 類の抽出法ではこの物質を見落すおそれがある。われわれの用いて来た 80 % メタノールによる抽出区分①では histamine, "saurine" は共によく抽出されている。

Ⅲ 考　　察

昔から特異体質として知られている食餌性アレルギー（Food allergy）は，一定の蛋白質に対して過敏になった人で，その蛋白質を摂取するとジンマ疹等のアレルギー症状を呈するもので，その作用機序は抗原抗体反応によるといわれる。一方，三沢氏[6]は食品中に含まれる histamine, choline, neurine, trimethylamine 等の生体 amine を経口的に摂取しても，喘息・ジンマ疹等のアレルギー様症状を呈することを見出し，これらの原因物質を仮性アレルゲン（Pseudo-allergen）と名付けた。しかしこの食餌性アレルギーはどこまでも特異体質が基盤をなしており，正常な人では何等異常を起さぬ低濃度の原因物質で発症するのであつて，中毒ということはできない。われわれのいうアレルギー様食中毒発症の機序は，恐らく同一乃至類似しており，又抗アレルギー剤で拮抗さはる点でも一致するが，中毒は正常な人が原因物質を多量に摂取した際に始めて発症するもので，且つ発病率の高い点で食餌性アレルギーとは区別することができる。ところで，アレルギー様食中毒の原因については，検体中に異状に多い histamine の存在，これに対し宮木氏ら[5]のいわゆる腐敗アミンの協力的増強作用（synergism）によるという説，われわれのヒスタミンに相加的な作用（additive effect）のある特殊な毒物（こゝで“saurine”と名付けた）のあるという見解が現在2つ提示されている。また三重大寺田氏[7]らは histamine と histidine の共存平衡が破れて起るという独自の見解を主張している。われわれはさきの広島，熊本の事例に加え，今回の川崎，浜松の例において共通した未知自律神経毒である“saurine”の存在を証明することが出来，従来からの抽出方法では見落される可能性のあることを指摘した。この事実は histamine 様の生理作用を有する‘saurine”が中毒原因物質として重要な位置を占めるというわれわれの見解を裏付けるものである。

厚生省[8]でも筆者らの見解を受け入れ，「原因食品の中に有毒物（histamine＋未知毒性物質）ができ，あたかもアレルギーのような症状を呈する食中毒に対し，アレルギー様食中毒という名称を附け」新に食中毒のカテゴリーの中に加えることになつたことを附記する。

Ⅳ 総　　括

1. 川崎におけるソウダガツオ煮付，浜松におけるサンマ桜干しによるアレルギー様食中毒の原因食品には多量の histamine に加え，われわれがさきに“saurine”と名付けた未知自律神経毒が共通して検出された。

2. この検体は外観及び普通の鮮度化学判定法では良品と区別することは困難であった。このような検体から明かに腐敗に関係のあると思われる中毒原因物質が多量に検出されるということは，興味ある事実であるとともに，食品衛生上からの鮮度鑑識法の確立の必要性が痛感される。

3. “saurine”は無水アルコール等に難溶であるので，従来からの amine 類抽出方法では見落されるおそれがある。80 %メタノール抽出法が現在のところ最も都合がよい。

4. この種中毒の原因物質としては，多量に存在する histamine に加え“saurine”と名付けた自律神経毒が重要な役割を演ずるというわれわれの見解を強めるものである。

この研究に種々御教示御鞭達を得た予研食品衛生部長遠山祐三先生，血清学部長中村敏三先生，東海区水研天野慶之先生に感謝の意を表わす。

文　　献

1) 河端俊治・石坂公成・三浦利之：日水会誌，**21**，335；**21**，341；**21**，347 (1955).
2) 河端俊治・上村正雄：日水会，昭和 30 年 5 月例会にて発表。
3) Conway E. J.：“Micro-difusion Analysis and Volumetric Error” (1950).
石坂音治訳，微量拡散分析及び誤差論，南江堂 (1952).
4) 門田　元・井上淳太郎：日水会誌，**19**，916 (1953).
5) 宮木高明・林　誠：薬学雑誌，**74**，1145～1147 (1954).
6) 三沢敬義：アレルギー，**1** (1)，83 (1952)；**1** (4)，1 (1952)；日本医事新報，1443. 3 (1952).
7) 寺田安一：日水会，昭 28, 11, 5　三重大会特別講演。
8) 食品衛生研究，食中毒特集号 **5**，8 (1955).

水産食品の腐敗中毒に関する研究—V.
摘出腸管及び子宮法よりみた Trimethylamine と Trimethylamine Oxide の Histamine 及び "Saurine" に対する影響

河端俊治・石坂公成・三浦利之
(国立予防衛生研究所)

Studies on the Food Poisoning Associated with Putrefaction of Marine Products—V.
Influence of Trimethylamine and Trimethylamine Oxide Added to Histamine or "Saurine" upon Their Own Action Tested on the Contractility of Intestine and Uterus of Guinea Pigs

Toshiharu KAWABATA, Kimishige ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA

The effect of trimethylamine (TMA) or trimethylamine oxide (TMAO) added to histamine or "saurine" (an autonomic nervous poison like histamine recently isolated by the authors) was examined according to the contraction method (Magnus') using intestine or uterus of guinea pigs. Results obtained are as follows:

1. Using uterus, sometimes synergistic action of added TMA or TMAO to either histamine or "saurine" was observed to a certain extent, and sometimes no action was recorded in the same experiment. These irregular results might have been due mainly to the nature of contraction of uterus. However, even when positive synergism observed, the rate of increase in the action of histamine or "saurine" was less than 10 %.

2. In no case, synergistic action was observed in the experiment using intestine. Results obtained are summarized as follows.

Concn. of histamine or "saurine"	Range of concentration of test solution in M at which no synergistic action occurred	
histamine 2γ	TMA	0.5×10^{-3}—0.5×10^{-8} M
〃 2γ	TMAO	0.1×10^{-5}—0.5×10^{-8} M
〃 2γ	histidine	1×10^{-4}— 1×10^{-7} M
"saurine"		
0.3 cc (1.5γ equivalent histamine)	TMA	0.9×10^{-2}—0.9×10^{-7} M
0.4 cc (2γ 〃)	TMAO	0.9×10^{-2}—0.9×10^{-7} M
0.2 cc (1γ 〃)	histidine	0.9×10^{-3}—0.9×10^{-7} M

3. From the results above described, both TMA and TMAO could not be considered to have any synergistic action upon histamine or "saurine".

I まえがき

宮本氏ら[1]はアレルギー様食中毒の原因として，多量に存在する腐敗アミンの協働作用 (synergism) によるという見解を発表した。これは検体粗抽出物の LD_{50} は含有 histamine にくらべ著しい差を見出したことに始まる。そして histamine の作用は agmatine, phosphorylcholine, methylguanidine 等の協働によつ

1955 年 3 月 11 日受理

て増強されると推定した。次で林氏[2]はモルモット摘出子宮法について trimethglamine (TMA) 及び同 oxide (TMAO) agmatine が著しく histamine の作用を増強することを見，猫血圧法では TMA, TMAO のほか phosphorylcholine が協働因子となることを明かにした。

われわれもこゝで氏等のいう協働因子が "saurine"[3] (筆者らの見出した未知自律神経毒) にどのように作用するかを知る目的で，まず TMA, TMAO の2種について実験を始めたが，予期に反し協働作用は認められず，加えて histamine に対する増強作用すらも多少疑義を抱くに至つたのである。本報ではモルモット摘出子宮及び腸管 (いわゆる ***in vitro*** exp.) について得た結果を報告する。

II 実　　験

1. 実験方法

(1) 供試 "saurine" 液の製法： 既に記載した一次元クロマトの "saurine" の対応部分よりの水抽出物を供試液とした。(この部分には histamine は含まれていない) 濃度は腸管収縮でその 0.4 cc が 2γ の histamine に相当した。

(2) 添加液 (原液)

TMA　10^{-1} M…和光純薬製特級品を HCl 塩として再結した。

TMAO　10^{-1} M…TMA より Dunstan の方法で合成。

histidine　10^{-1} M…武田製化学用最純。

histamine　10^{-1} M…Merck 製，2-HCl 塩。

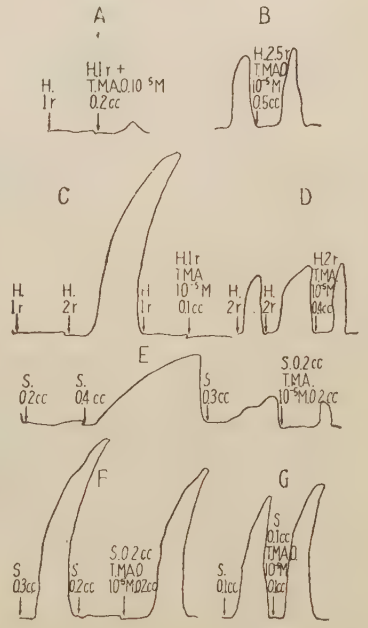
(3) 腸管及び子宮収縮法： モルモット摘出腸管及び子宮について Magnus 法によつて測定。林氏の用いた方法は摘出子宮につき，予め histamine の収縮を起させぬ最高濃度(閾値，10^{-6}～3×10^{-6} M) をほゞ決定し，その閾値に各アミンの各濃度のものを添加し，その作用増強を観察する方法で，収縮の程度からいえば定性的方法といえよう。本報でも氏の方法を準用するほか，今迄のわれわれの方法即ち既知濃度の histamine で収縮の程度を予め求め，Tyrode 液を流して復元させた腸管又は子宮に，各種濃度の検液を加えて起る収縮の程度を既知濃度の histamine による収縮と比較する方法で，定量的な方法ということが出来る。

われわれは定性，定量の方法で協働作用を観察した。

2. 実験結果

(1) モルモット摘出子宮法よりみた協働作用

結果は第1図に示してある。①，A (定性的) では histamine と TMAO の協働作用がみられた。B (定量的) でも増強作用が起つているが，その程度は 10 %を超えるものではない。②，しかしC (定性的) で示したように TMA では増強は全く認められなかつた。又D (定量的) で示したように，histamine 自体の収縮は不定で，始めの山の方が強く出ており，このような場合 TMA を加えても増強は認められなかつた。③，E (定性的) な "saurine" について行つたもので，一応の協働作用は起つているが，その程度は僅かである。④，F (定性的) では TMAO は "saurine" に対し有効であつたが，この結果より増強を定量的に評価することは出来ない。G (定量的) でも一応増強らしくみえるが，その程度は数%で，この方法で誤差の範囲に入ると思われる。⑤，上記データは比較的増強作用が認めら



Results summarized are as follows:

Kymogram	Test solution	S.	R. i.	M.
A	H, 1 γ + 10^{-5}M, TMAO, 0.2cc	+		I
B	H, 2.5 γ + 10^{-5}M, TMAO, 0.5cc	+	<10%	II
C	H, 1 γ + 10^{-5}M, TMA, 0.1cc	+		I
D	H, 2 γ + 10^{-5}M, TMA, 0.4cc	−		II
E	S, 0.2cc + 10^{-5}M, TMA, 0.2cc	−		I
F	S, 0.3cc + 10^{-5}M, TMAO, 0.2cc	+		I
G	S, 0.1cc + 10^{-5}M, TMAO, 0.1cc	+	< 5%	II

Note: H; histamine, S; "saurine". Method I; qualitative, II; quantitative.
S.; synergism, R.i.; rate of increase, M.; method.

Fig. 1. The effect of TMA or TMAO added to histamine or "saurine" tested on the contraction of uterus of guinea pigs.

れた場合を挙げたものであるが，一般的にいって子宮の収縮は極めて不安定であつて，時に自発的収縮が顕著に起るなど，一定の作用を観察するのは困難であつて，再現性も乏しかつた。したがつて，子宮法は現在ではこの種実験に用いられなくなつたのであろう。よつて，この実験結果から協働作用を意義づけることは困難であるといわねばならない。たとえ増強作用を認めるにしても，定量的にいつて数%に過ぎず誤差の範囲にあるといつてよいであろう。

（2） 摘出腸管法よりみた協働作用

摘出子宮法とちがつて，実験上不都合な点が少くて一定の作用観察に適している。

（i） histamine と TMA： TMA 単独では 10^{-2} M 1 cc では腸管収縮は起らず，10^{-1} M, 0.3 cc で微弱な収縮が起る。TMA と histamine とを混合して添加しても，協働作用はみられなかつた（第1表参照）。但し 0.5 cc×10^{-7} M で微弱な増強が起つているが，これは5%以下で誤差範囲内である。予め TMA で前処置し，1分後に histamine を添加しても増強又は抑制作用はみられなかつた（第1表下欄）。

Table 1. TMA added to histamine.

Histamine	TMA	Contraction of intestine (shown in equivalent histamine)	Synergism
—	10^{-2} M, 1 cc	—	—
—	10^{-1} M, 0.3 〃	—	
2 γ	10^{-3} M, 0.5 〃	2 γ	—
〃	10^{-7} M, 〃 〃	2 γ<<2.1 γ	—
〃	10^{-6} M, 〃 〃	2 γ	—
〃	10^{-5} M, 〃 〃	2 〃	—
〃	10^{-4} M, 〃 〃	2 〃	—
〃	10^{-3} M, 〃 〃	2 〃	—

Effect of pretreatment of intestine with TMA.

TMA	Histamine	Contraction of intestine (shown in equivalent histamine)	Synergism
10^{-7} M, 0.5 cc	1.5 γ	1.5 γ	—
10^{-7} M, 〃 〃	2 〃	2 〃	—
10^{-5} M, 〃 〃	2 〃	2 〃	—

（ii） histamine と TMAO： TMAO 単独では 10^{-1} M 0.5 cc でも収縮は起らなかつた。TMAO と histamine を混合したときの結果が第2表上欄に記載してあるが，これも陰性であつた。TMAO は投与順序，投与量により協働，抑制作用を有するといわれたが，腸管収縮で定量的にみたところでは，第2表下欄に示したように TMAO を加えて1分後に histamine を加えても，抑制増強の効果がみられなかつた。

Table 2. TMAO added to histamine.

TMAO	Histamine	Contraction of intestine (shown in equivalent histamine)	Synergism
10^{-1} M, 0.5 cc	—	—	—
10^{-5} M, 0.7 〃	1 γ	1 γ	—
〃 , 0.1 〃	2 〃	2 〃	—
10^{-3} M, 1 〃	1 〃	1 〃	—
〃 , 0.5 〃	1 〃	1 〃	—
〃 , 〃 〃	2 〃	2 〃	—
Pretreatment with TMAO			
10^{-5} M, 0.3 cc	1 min. after 2 γ	2 γ	—
10^{-3} M, 0.5 〃	〃 , 〃 2 γ	2 〃	—

(iii) histamine と histidine

histidine は 10^{-1} M 0.5 cc でも収縮はみられなかつた。histamine に histidine を添加しても，第3表に記載したように協働作用は全く認められなかつた。

(iv) “saurine” と TMA： histamine の場合と同様，“saurine” について TMA の協働作用を調べたが，第4表に記載したように増加作用は認められなかつた。

Table 3. Hstidine added to histamine.

Histamine	Histamine	Contraction of intestine (shown in equivalent histamine)	Synergism
—	10^{-1} M, 0.5 cc	— γ	
2 γ	10^{-7} M, 1 cc	2 〃	—
〃	10^{-6} M, 〃 〃	2 〃	—
〃	10^{-5} M, 〃 〃	2 〃	—
〃	10^{-4} M, 〃 〃	2 〃	—
1 γ	10^{-7} M, 〃 〃	1 〃	—
〃	10^{-6} M, 〃 〃	1 〃	—
〃	10^{-5} M, 〃 〃	1 〃	—

Table 4. TMA added tc "saurine".

TMA	"Saurine"	Contraction of intestine (showed in equivalent histamine)	Synergism
10^{-2} M, 0.9 cc	0.3 cc	1.5 γ	—
10^{-3} M, 〃	〃	1.5 〃	—
10^{-4} M, 〃	〃	1.5 〃	—
10^{-5} M, 〃	〃	1.5 〃	—
10^{-6} M, 〃	〃	1.5 〃	—
10^{-7} M, 〃	〃	1.5 〃	—

Note : Three tenths of 1 cc of "saurine" equivalents to 1.5 γ of histamine by Magnus' method.

(v) "saurine" と TMAO : 第5表に示したように，増強作用は全くみられなかつた。

Table 5. TMAO added to "saurine".

TMAO	"Saurine"	Contraction of intestine (showed in equivalent histamine)	Synergism
10^{-2} M, 0.5 cc	0.4 cc	2 γ	
10^{-3} M, 0.9	〃	2 〃	—
10^{-4} M, 〃	〃	2 〃	—
10^{-5} M, 〃	〃	2 〃	—
10^{-6} M, 〃	〃	2 〃	—
10^{-7} M, 〃	〃	2 〃	—

Note : Four tenths of 1 cc of "saurine" equivalents to 2 γ of histamine by Magnus' method.

(vi) "saurine" と histidine : 第6表に示したように，添加の効果は全くみられなかつた。

Table 6. Histidine added to "saurine".

Histidine	"Saurine"	Contraction of intestine (showed in equivalent histamine)	Synergism
10^{-1} M, 0.5 cc		—	
10^{-3} M, 0.9	0.2 cc	1 γ	—
10^{-4} M, 〃	〃	1 〃	—
10^{-5} M, 〃	〃	1 〃	—
10^{-6} M, 〃	〃	1 〃	—
10^{-7} M, 〃	〃	1 〃	—

Note : Two tenths of 1 cc of "saurine" equivalents to 1 γ of histamine by Magnus' method.

(vii) "Saurine" と histamine : これは既に報告に記載したが，繰返して実験を行つても第7表に示したように，混合液の収縮能は個々の検液の示す収縮能の和に等しく，相加的効果 (additive effect) しかみられなかつた。

Table 7. Histamine added to "saurine".

Histamine	"Saurine"	Contraction of intestine (shown in equivalent histamine)	Effect
1 γ	0.4 cc	2 γ	additive
1 〃	0.2 〃	1.5 〃	〃
1 〃	0.2 〃	1.5 〃	〃

Note : Four tenths of 1 cc of "saurine" equivalents to 1 γ of histamine by Magnus' method.

Ⅲ 考　　察

子宮収縮法のデーターは一定の傾向を示さなかつたが，有効な結果のみについてみても，histamine の作用増強は 10 %を超えるとは思われない。さらに，腸管収縮法では“saurine”に対しては勿論，histamine に対する TMA，TMAO は全く無効であつたところから，アレルギー様食中毒の原因に TMA，TMAO による協力作用が特に重大な役割を果すとはいえない。他のアミン類については，今回行うことが出来なかつたが，子宮収縮と猫血圧低下に共通して有効であつたのは，TMA と TMAO であるといわれた点からみて，他のアミン類の協力作用を特に最大に評価するわけにはいかないであろう。

われわれと宮木氏らの得た結果のくい違いの原因について考えてみると，実験方法，条件に大差がないとすれば，まず摘出子宮の収縮の不安定性に問題があろう。

又定性的（いわゆる閾値を求める）方法を用いたことも一因をなしているのではなかろうか。摘出子宮の不安定な収縮については各方面で認められており，現在既にアレルギー等の研究に用いられない理由の一つに挙げられている。腸管法はこのような不都合な点がなくて適当である。定性的な方法では，たとえ見掛上の増強が起つたとしても，それが histamine を何倍か何割増強したかということはいえないので，この結果を直ちに中毒原因に結びつけることは早計に過ぎよう。

われわれは *in vitro* の結果を綜合して，少くとも TMA，TMAO の協力作用は中毒原因において本質的に重要な位置を占めるとは思われず，たとえ他の因子が加わつたとしても協力作用だけで中毒の説明が悉く出来得るとは考えられない。

Ⅳ 総　　括

1. histamine 及び“saurine”（われわれの分解した未知自律神経毒）の作用に対する TMA，TMAO 及び histidine の影響を，モルモット摘出子宮及び腸管法について検討した。

2. 摘出子宮法についてみると，一見協力作用がみられることもあつたが，同時に否定的な場合も認められた。たとえ増強の起つた場合についてみても，その程度は数%から最大限 10 %に止まつた（この数値は本法の誤差範囲を出ないものである）。

3. 摘出腸管法では“saurine”のみでなく，histamine に対して TMA，TMAO，histidine の添加は全く無効であつた。

4. 以上の結果よりみると，アレルギー様食中毒において histamine 及び“saurine”の作用を増強する因子として TMA，TMAO の果す役割が特に重要であるとはいえないであろう。

この研究に終始御教示と御鞭撻を得た食品衛生部長遠山祐三先生，血清学部長中村敬三先生，東海区水研天野慶之先生に深甚な謝意を表わす。

文　　献

1) 宮本高明・林　誠：薬学雑誌，**24**，1145 (1954).
2) 林　誠：*Ibid*，**74**，1148 (1954).
3) 河端俊治・石坂公成・三浦利之：日水会誌，**21**，347 (1955).

水産食品の腐敗中毒に関する研究—Ⅵ. 生体実験よりみた Trimethylamine と Trimethylamine oxide の Histamine 及び "Saurine" に対する影響

河端俊治・石坂公成・三浦利之
(国立予防衛生研究所)

Studies on the Food Poisoning Associated with Putrefaction of Marine Products —Ⅵ. Influence of Trimethylamine and Trimethylamine Oxide Added to Histamine or "Saurine" upon their Own Action *in vivo*

Toshiharu KAWABATA, Kimishige ISHIZAKA and Toshiyuki MIURA

As shown in our previous paper, V, neither trimethylamine (TMA) nor trimethylamine oxide (TMAO) was described to have any recognizable synergism on the action of histamine or "saurine" to contract intestine or uterus of guinea pigs. This paper also deals with the effect of those substances when added to histamine or "saurine" tested by shock symptoms in guinea pigs, skin reaction in rabbits and lethal dose for mice (LD_{50}).

The addition of TMA or TMAO resulted in no appreciable change in the action of histamine of "saurine" *per se* in each experiment. Therefore, the presence of TMA or TMAO, if any, could not be regarded to stand as a cooperative factor to either histamine or "saurine" in a foodstuff responsible for allergy-like food poisoning.

前報[1]においてモルモット摘出腸管及び子宮を用いて histamine 及び saurine に対する TMA 及び TMAO の添加効果を調べたところ，子宮の収縮は不安定で一定した傾向をみとめ難かつたが，一応協働作用もみることが出来た（その逆に全然みられないこともあつた）。しかし，その程度は大きく見積つても histamine の作用を 10 %増強するとは考えられなかつた。一方，非特異的収縮の少い腸管についての結果は全く否定的であつた。これらは *in vivo* 実験であつて，食中毒における協働作用の意義を知るには更に *in vivo* 実験を行う必要がある。

本報では histamine と "saurine" のモルモットのショック症状，家兎の皮膚及びマウス LD_{50} に対する TMA と TMAO 添加による影響を調べた結果を報告する。

I 実　　験

1. モルモットのショック症状よりみた協働作用

（1） 実験方法： histamine 及び "saurine" について予めモルモットの静脈注射による最少致死限界を求めておき，致死に至らぬ最高濃度に対し各濃度の TMA, TMAO を加えて生死及び症状を観察した。但し "saurine" の濃度は腸管収縮で histamine 相当量として表わした。

（2） 実験結果： その結果は第1表及び第2表に示したように TMA 及び TMAO の添加によつて致死量及び症状に変化がみられなかつたので，協働作用は否定的といつてよいであろう。但し histamine 接種区で No. 12 モルモットは，TMAO, 10γ 添加により死んでいるが，これは注射5分後に死を起している点（histamine のみで定型的なショック死を起したものでは 30 秒～1分以内）及び 50γ の TMAO 添加したものが生存していることを考えると，個体差によるものと推定され，協働作用によるとは思われない。

1955 年 8 月 11 日受理

Table 1. Effect of TMA or TMAO added to histamine (Shock symptoms in guinea pigs).

No.	Body wt. (g.)	histamine (γ)	TMA (γ)	TMAO (γ)	shock symptoms observed
1	420	50			++ survied
2	490	100			+++ 〃
3	565	200			+++ 〃
4	490	300			died after 30″
5	535	300			+++ survied
6	605	500			died after 15″
7	480	200	5		+++ survied
8	560	100	5		+++ 〃
9	635	50	5		+++ 〃
10	670	200	50		+++ 〃
11	700	200		5	+++ 〃
12	470	200		10	died after 5′
13	455	200		50	+++ survied

\+ Urination (observed in all animal tested on)
++ Sway
+++ Inversion
+++ More severe symptoms developed

Table 2. Effect of TMA or TMAO added to "saurine" (Shock symptoms in guinea pigs).

No.	Body wt. (g.)	"saurine" (γ)	TMA (γ)	TMAO (γ)	Shock symptoms observed
1	565	500			died
2	660	400			〃
3	565	200			+++ survied
4	550	200			died
5	660	150			+++ survied
6	635	200		20	died
7	540	150		15	++ survied
8	550	200	15		+++ 〃
9	690	150	15		++ 〃

Concentrations of "saurine" injected are shown in equivalent histamine.

2. 家兎皮膚反応よりみた協働作用

（1） 実験方法： 皮膚反応は常法により家兎の背部を脱毛し，被検液 0.1 cc ずつを皮内に注射した。被検液は 500 γ/cc の histamine 及び腸管収縮で 500 γ/cc の histamine に相当する "saurine"（一次元クロマトによつて得たもの）を原液とし，TMA，TMAO は 0.5×10^{-1} M を原液として次表の如く稀釈液を作成し，注射直後 15 分後，3分間後の皮膚反応発現能力を比較した。

Table 3. Concentration of test solution and amount of TMA or TMAO added to the test solution.

Concn. of histamine or "saurine"	31 γ	15.5 γ	7.75 γ	3.87 γ	1.94 γ	0.97 γ
TMA or TMAO	3.1×10^{-3}M	1.55×10^{-3}M	7.75×10^{-4}M	3.87×10^{-4}M	1.94×10^{-4}M	9.7×10^{-5}M

（2） 実験結果： 得られた結果は第4表に示してあるが，著明な発赤（Rötung），ジンマ疹丘（Quaddel）は 7.75 γ/cc までの histamine，"saurine" に現われ，TMA，TMAO 添加区も同一であつた。それ以上の稀釈段階においても，TMA，TMAO 添加区の反応は対照と同一であつた。これらの結果より histamine，"saurine" の作用に対する TMA，TMAO 添加による増強効果は全く考えられないといつてよいであろう。

3. マウス LD_{50} に対する影響

マウスは histamine に対する耐性が強く，一般にこの種実験に不向であると考えられている。しかし，中毒検体中には histamine のほか，この作用を増強する因子のあることがマウスの実験で指摘[2]されているので，あえてこゝでも試験動物に用いたのである。

（1） 実験方法： 体重 16±2 g のマウスを用い，投与方法は腹腔内注射である。1群6匹ずつを用い，予め histamine (Merck 製) について Van der Wärden の方法で LD_{50} を算出し，次で histamine に 0.5

$\times 10^{-4}$ M, TMA, TMAO を添加したときの LD_{50} を求めた。

Table 4. Effect of TMA or TMAO added to histamine or "saurine" (Skin reaction in rabbits).

Test solution	Period	Concentration of histamine or "saurine"					
		31 γ	15.5 γ	7.75 γ	3.87 γ	1.94 γ	0.97 γ
histamine	instant	RQ	RQ	RQ	Q	Q	Q
	15′ after	RQ	RQ	RQ	q	q	—
	3 hr. after	Q	Q	Q	—	—	—
histamine +TMA	instant	RQ	RQ	RQ	Q	Q	Q
	15′	RQ	RQ	RQ	Q	Q	Q
	3 hr.	Q	Q	Q	q	q	—
histamine +TMAO	instant	RQ	RQ	RQ	Q	Q	Q
	15′	RQ	RQ	RQ	Q	Q	Q
	3 hr.	Q	Q	Q	—	—	—
"saurine"	instant	RQ	RQ	RQ	±Q	Q	Q
	15′	RQ	RQ	RQ	q	q	—
	3 hr.	Q	Q	Q	q	q	—
"saurine" +TMA	instant	RQ	RQ	RQ	q	q	q
	15′	RQ	RQ	RQ	q	q	—
	3 hr.	Q	Q	Q	q	—	—
"saurine" +TMAO	instant	RQ	RQ	RQ	±Q	Q	Q
	15′	R	R	R±	q	q	—
	3 hr.	Q	Q	Q	q	—	—

Note : R ; redness (Rötung), Q ; wale (Quaddel), q ; small-sized wale.
Concentrations of "saurine" were shown in term of equivalent histamine by Magnus method.

（2） 実験結果 ： その結果は次の如くである。

	LD_{50}
histamine	31.9±1.01 mg
histamine+TMA	35 mg
histamine+TMAO	36.5±1.03 mg

上記のように，TMA，TMAO の添加によつてもむしろ LD_{50} は増大の傾向すらあつても，少くとも協仂作用があるとはいえない。宮木氏[2]らはマウス LD_{50} に対し，腐敗アミン殊に agmatine, phosphorylcholine, methylguanidine 等が協仂因子となると推定している。われわれの実験は TMA，TMAO に限られており，他のアミン類に言及し得ないのはいうまでもないが，少く共 TMA，TMAO は histamine のマウス LD_{50} に何等影響を与えないことは確認することが出来たのである。

考　　察

腐敗アミンのある種のものは histamine の作用を増強することが指摘され，モルモット子宮法，猫血圧法を通じて TMA，TMAO が最も著しいといわれた。われわれも始めは "saurine" にどのような影響を与えるかを知る目的で，実験を進めたのであるが，全く予期に反し "saurine" に対するのみでなく，histamine に対してすら殆ど否定的な結果に終つたのである。即ち前報の ***in vitro*** 実験でモルモット子宮収縮では一応協仂作用が認められたにせよ（全く認められぬこともあり，増強の程度は誤差範囲を超ない）腸管収縮では全く認められなかつた。又本報における ***in vivo*** 実験即ちモルモットのショック症状，家兎の皮膚反応及びマウス LD_{50} よりみた TMA，TMAO の histamine，"saurine" に対する増強効果は全くみられなかつたのである。

従来より無毒と考えられていた多くの腐敗アミンが histamine に協仂するという見解は甚だ興味があり，更に検討の余地があることはいうまでもないことであろう。たとえ TMA，TMAO の無効さが明かになつても全面的に協仂作用を否定し去るわけにはいかない。

しかし，その効果を判定する方法については子宮収縮，猫血圧法だけでは不十分で，殊に感受性に乏しい

マウスを用い，その致死量について云々することは再考する余地はないであろうか。この種中毒症状の発現機序が自律神経刺戟に関係あるとすれば，当然自律神経系に対応する各種反応について効果を判定すべきで腸管収縮，家兎の皮膚反応，モルモットのショック症状等が必要条件であり，このほかの *in vitro*, *in vivo* の実験も平行して実施する必要があろう。

次に検体中に含まれる TMA, TMAO の量的関係について考えてみよう。TAMO は一般にサバ，サンマ，カツオ，マグロ等の赤身の魚種に少く，カレイ，タラ，カサゴ等の白身の魚種中特に底棲魚に多い。又サメ類に至つては極めて多量含まれている。しかるに，アレルギー様食中毒は殆ど赤身の魚種に限られていることからみても，TMAO の量が中毒の起し易さに関係があると考えるわけにはいかない。むしろ，赤身の魚種は白身の魚種にくらべ遊離 histidine の量が多いことこそ，histamine 形成にとつて有力な根拠となり得る。

TMA の含量についていえば，中毒検体では既に報告Ⅳで示したように，TMA-N として 10～13 mg % という値を示した。同時に TMAO-N を測定すると，殆ど痕跡は至極く微量しか検出されなかつた。この事実は魚肉中に含まれていた TMAO は既に細菌の作用により TMA に還元され尽したとみるべきであろう。

それ故たとえ TMAO がどのように強力な協働作用を有しているとしても，実際問題としてこの種中毒に重要な役割を演ずるということはあり得ないことであろう。

こゝにおいて，サンマ桜干し始めその他の水産加工品等の中毒検体には異状に多い histamine に加えて，われわれの見出した histamine 様の作用を有する “saurine” の存在ということが，アレルギー様食中毒の原因物質として一義的に重要な位置を占めるといつても早やいゝ過ぎではないであろう。殊に “saurine” は histamine とは単に相加的にしか作用しないが，中毒検体では例外なしに腸管収縮よりみて histamine より卓越した作用を有している点は注目に価するように思われる。

総　　括

1. モルモットのショック症状，家兎の皮膚反応及びマウスの LD_{50} を通じて TMA, TMAO の histamine, “saurine” に対する影響を検討した。

2. TMA, TMAO は histamine, “saurine” のモルモットのショック症状の発現効果に何等影響を与えなかつた。

3. TMA, TMAO には histamine, “saurine” の家兎の皮膚反応発現能力を増強する効果は全くみられなかつた。

4. TMA, TMAO を histamine に添加しても，そのマウスに対する LD_{50} を変化させる効果は認められなかつた。

5. 以上の *in vivo* の実験結果よりみて TMA, TMAO には histamine, “saurine” の作用を増強せしめる効果があるとは考えられない。

この研究に終始御教示御鞭達を得た食品衛生部長遠山祐三先生，血清学部長中村敬三先生，東海区水産研究所天野慶之先生に深甚なる感謝の意を表わす。

文　　献

1) 河端俊治・石坂公成・三浦利之： 日水会誌，**21**，(1955).
2) 宮木高明・林　誠： 薬学雑誌，**74**，1145 (1954).

貝類廃棄部の利用に関する研究—Ⅳ
鶏の生長に及ぼすイタヤ貝内臓液化物の効果*

富山哲夫・米　康夫・加藤嘉太郎・苅田　淳
（九州大学農学部水産化学教室）（九州大学農学部畜産学教室）
小柳武夫・内田正五郎・加藤五郎・田中佐朔
（福岡県種鶏場）（福岡県有明海水産試験場）

Studies on Utilization of Wastes in Processing Shell-Fish. —Ⅳ. The Effect of Viscera-Extract of *Pecten laqueatus* on Chick Growth

Tetuo Tomiyama, Yasuo Yone, Yoshitaro Kato, Jun Kanda, Takeo Koyanagi, Shogoro Uchida, Goro Kato and Sasaku Tanaka

Preceeding report[1] showed that addition of the boiled extract of several shell-fishes at about 3% level resulted in a noticeable chick growth response. Since it can be presumed that the response may be most probably due to the APF which was extracted from the viscera, a study has been made to see the effectiveness of an autolyzed viscera to chick growth and further to fractionate the growth-promoting principles. The results can be summarized as follows.

1. Supplementation of an autolyzed viscera at a 1.7 per cent dry basis level gave a remarkable growth response of chicks fed a basal ration of all-vegetable protein.

2. Addition to 100 g basal ration of 0.27 g of the activated charcoal adsorbate which is equivalent to 2.8 g of the dried autolyzate, resulted in growth promotion of one-month old chicks during six-week feeding as contrasted to a negative result on addition of 1.35 g of the non-adsorbed fraction.

3. It has been found that the adsorbed fraction promoted both body growth and the development of the gonad, whereas the non-adsobate apparently promoted only the latter.

Ⅰ. 緒　　言

有明海及び筑前海にはそれぞれタイラギ及びイタヤ貝が饒産し，これらは貝柱を利用するのみで，加工に当つて副生する内臓は現在肥料に供されているにすぎない。このような貝柱のみを利用している貝類の内臓は全国的にみると相当な量に達するので，これらから蛋白栄養資源を回収するのを目的として本研究を行つた。

筆者等[1]はイタヤ貝煮汁が顕著な鶏雛の生長促進効果を示すことにつき既に報告した。この促進効果は貝の内臓の熱湯抽出物に由来すると推察される。よつて内臓が鶏雛の生長をどの程度促進するかについて検討し，更らに有効成分の分別を試みた。

Ⅱ. 実 験 方 法

1. 試料の調製：イタヤ貝内臓液化物，活性炭吸着物及び非吸着物は次のようにして調製した。1951年4月及び1952年1月にそれぞれ玄海で採取したイタヤ貝をなま剝した後，貝柱を除いた残部に醋酸を加えて実験室に運び，これを富山の液化法[1]で処理し，水溶部を 70°C 以下で減圧濃縮した。この内臓液化物は細目の笊で濾過した程度であつたから，内臓液化物の有効成分を分別するためには，先ず液化物を水に溶

1955年8月12日受理
* 本報告の大要は昭和27年4月に東京に於ける日本水産学会年会に発表した。

した後，遠心分離して不溶部を分ち，これを多量の水で数回洗ったものを遠心上澄液に合わせて水溶部を調製した。次いで水溶部に活性炭を加え，pH 4.5 で吸着した。活性炭吸着部は稀苛性ソーダ水溶液（pH 9 で溶出した後，更に 65% エタノールを加え煮沸して溶出した。溶出液（活性炭吸着物と略称する）及び活性炭に吸着されない濾液（非吸着物と略称する）はそれぞれ中和後 70°C 以下で減圧濃縮した。

2. 育雛試験：試験 A では 1951 年 5 月 16 日に孵化した白色レグホン種の雛を用いた。育雛箱の一部に電熱器をおいた 100 羽用の育雛箱を二分して一区に 30 羽を収容した。なお使用した育雛箱の底部は金網でなかったので，毎日糞の掃除に留意した。1951 年 5 月 18 日より 6 月 8 日まで飼養管理し，毎週給餌前に体重を測定した。イタヤ貝内臓液化物区には Table 1 の脚註に示した基本飼料 A 100g に乾物として 1.7 g のイタヤ貝内臓液化物を添加し，ビタミン B_{12}+葉酸区には基本飼料 A100g に対し，ビタミン B_{12} 1.5 μg 及び葉酸 200μg を添加した。なお対照区としては基本飼料 A のみを与えた基本区と魚粉 20% を含む飼料 B を与えた標準区とを設けた。なお標準区のみに緑餌として基本飼料の 50% 相当量の龍舌菜を与えた。給餌及び給水は自由攝取とした。

試験 B では 1951 年 12 月 19 日に孵化した白色レグホン種の雛を用いた。約 100 羽を Table 1 の脚註に示した魚粉を含まない基本飼料 A で 1 ケ月間飼育し，この中より体重の揃った健康雛 60 羽を選んだ。1 区 15 羽として電熱保温した室内に設備した金網底をもつバッタリに収容した。1952 年 1 月 18 日より 2 月 29 日まで飼養管理し，毎週給餌前に体重を測定した。なお試験終了後解体し，脳下垂体前葉及び睾丸重量，上腕骨及び大腿骨の長さを測定した。イタヤ貝内臓液化物区には基本飼料 A 100 g に乾物として 2.8 g のイタヤ貝内臓液化物を添加し，吸着物区及び非吸着物区にはイタヤ貝内臓液化物よりの収量に準拠して乾物として 0.27 g の吸着物，1.35 g の非吸着物をそれぞれ添加した。基本区にはイタヤ貝内臓液化物区の粗蛋白量に近似させるため 3.5% の大豆粕を補添した。なおいづれの区にも緑餌として基本飼料の 25～30% 相当量の大根葉を与えた。給水及び給餌は自由攝取とした。

Ⅲ. 結果及び考察

A, イタヤ貝内臓液化物及び葉酸・ビタミン B_{12} の効果：

育雛試験は 13 週間行ったが，4 週以後コクシジウムが多発し，多数の試験鶏が斃死したので 3 週迄の平均体重を Table 1 に示した。その結果をみるとイタヤ貝内臓液化物は最も有効で，20% の魚粉を含む飼料 B を与え，また緑餌も与えた標準区と殆んど同じ効果を示した。内臓液化物区の平均増加体重比率は植物蛋白のみの基本飼料 A を与えた対照区の 100 に対し 133 を示した。葉酸及び B_{12} の併用は生長促進効果を全く示さなかった。Stockstad 氏等[2] は雛の生長に充分な B_{12} 量は 1.5 μg% であることを明かにしたが，このような異る結果を生じた原因については次のようなことが考えられる。Stockstad 氏等はビタミン B_{12} を

Table 1. The growth response of chicks to extract of viscera of *Pecten laqueatus*. (May 18～June 8, '51)

No. of chicks	Supplements	Amt. of supplements per 100 g diet. Dry basis	Basal diet		Average weekly body wt. in gm.					No. of survival
			Kinds[3]	Crude protein %	Initial	After 1	After 2	After 3	Average gain	
30	Extract of viscera[1]	1.7 g	A	17.2	39	46.6	61.6	89.2	50.2	25
30	V. B_{12}[2]+ Folic acid	1.5 μg 200 μg	A	16.4	39	44.8	57.2	77.6	38.6	28
30	None		A	16.4	39	45.0	54.1	76.8	37.8	27
30	None		B	19.6	39	45.0	61.0	87.9	48.9	26

1) Moisture, 42.0% ; on dry basis, crude protein, 44.1%. 2) Vitamin B_{12}, "Fremin" 1cc= 15 μg B_{12}; Folic acid, "Foliamin" 1cc=15 mg folic acid. 3) Basal diet A used was composed of corn 50, wheat embryo 20, wheat bran 10, rice bran 5, soybean meal 15, NaCl 0.5, $CaCO_2$ 3. Basal diet B : corn 50, wheat embryo 15, wheat bran 10, rice bran 5, fish meal 20, NaCl 0.5, $CaCO_3$ 3. Basal diet B was supplemented with *Lactica indica* leaves at a 50 per cent level.

欠乏させた雛を供成しているのに対し，本研究では一般成鶏飼料を与えた種鶏からえられた雛を用いたので，B_{12} が卵を経て供試雛に移行しているために B_{12} の添加に反応しなかつたのであろう。

B． 内臓液化物中の有効物質の分別

前実験でイタヤ貝内臓液化物は鶏雛の生長を促進することが明らかになつたので，本実験では内臓液化物中の APF の分別を試みた。著者等[3]は既にビタミン B_{12} 及び著者等が発見したビタミン B_{15} はいずれも微酸性で活性炭に吸着されるが，B_{15} は苛性ソーダ稀溶液（pH 9）で溶出されるのに対し，B_{12} は苛性ソーダ稀溶液では溶出されないで，煮沸 60% エタノールで溶出されることを明かにした。依て本研究では内臓液化物を活性炭に吸着される区分と吸着されない区分に分別し，吸着物は苛性ソーダ稀溶液（pH 9）と煮沸 60% エタノールで溶出したものを用いた。また前試験に於ては緑餌を与えなかつたためかコクシジュウムに犯されたものが多く，斃死が頻発して試料の有効度を判定するのに困難であつたので，本研究ではいずれの区にも緑餌を与えた。育雛試験の結果は Table 2 に示す通りで，試験開始後 6 週目には吸着物区が最も優

Table 2. The growth response of chicks to extract of viscera of *Pecten laqueatus* and to fractions adsorbed and non-adsorbed on activated charcoal. (Jan. 18～Feb. 29, '52)

No. of chicks	Supplements	Amt. of supplements per 100g diet. Dry basis (g)	Average body weight in gm. Initial	After 2 wks	After 4 wks	After 6 wks	Average gain	"t" test**	Total gain in weight over total feed intake (%)
15	None[1]		165.6±4.7*	235.4	465.4	620.4±23.8	454.8 ± 20.8		19.5
15	Ext. of viscera[2]	2.8	166.9±5.5	319.1	475.9	623.2±16.8	456.3 ± 14.4		20.2
14	Adsorbed fraction[3]	0.27	166.5±5.2	304.1	510.3	661.3±12.1	494.8 ± 13.9	1.6	18.6
15	Non-adsorbed fraction[4]	1.35	166.3±5.5	291.6	441.9	601.9±20.0	435.6 ± 15.0		17.2

1) To equalize the protein-content, soybean at a 3.5 per cent level was added. 2) Moisture, 41.8%; on dry basis, crude protein, 47.0%; NaCl, 24.8%. 3) Moisture, 45.3%; on dry basis, crude protein, 39%; NaCl, 19.7%. 4) Moisture, 45.9%; on dry basis, crude protein, 48.1%; NaCl, 46.2%. * Standard error of the mean. ** $n=28$, $\varepsilon=0.05$, $t_0=2.048$.

Birds were fed basal diet A. The basal diet was supplemented with radish leaves at a 25～30 per cent level.

り，増加体重比率は基本区の 100 に対し 108，非吸着物区は最も劣り 96 であつた。内臓液化物区は第 4 週迄は最も優り，増加体重比率は基本区の 100 に対し 114 であつたが，以後は基本と殆んど差が認められなかつた。なお試験開始後 6 週目に解剖した結果は Table 3 に示した通りで，吸着物区が総ての点に於て発育良好で，他区よりも優れている。注目すべき点は非吸着物区の成績であつて，生長度（生体重，骨長）の

Table 3. Response in several organs of chicks to the extract of viscera adsorbed fraction of non-adsorbed fraction.

	None	Extract of viscera	Adsorbed fraction	Non-adsorbed fraction
Anterior hypophysis (mg)	5.7± 0.243*	5.5± 0.295	6.07± 0.230	6.03± 0.256
Testis (mg)	192.0±13.00	174.6±11.40	210.00±10.300	226.6 ±17.3
Humerus (cm)	6.2± 0.100	6.5± 0.067	6.50± 0.056	6.30± 0.077
Femur (cm)	6.5± 0.083	6.7± 0.059	6.89± 0.039	6.60± 0.086

* Standard error of the mean

点に於て他区より劣るにもかゝわらず，生殖腺発達度（脳下垂体前葉重量，睾丸重量）に於ては極めて優秀であつた。液化物区は基本区と大差ない成績であつた。以上の結果から吸着物は生長と生殖腺の発達を併行的に促進させる効果があるが，これに対し非吸着物は特に生殖腺の発達に対して選択的に作用するようにみえる。この点については今後なお追試し，脳下垂体前葉の組織学的精査と相俟つて検討したい。

Ⅳ. 総　　括

1. 乾物として 1.7 % のイタヤ貝内臓液化物を植物性蛋白飼料に添加したものを初生雛に 3 週間与えたところ，顕著な生長促進効果を示した。
2. 植物性飼料 100 g に内臓液化物 2.8 g より得た活性炭吸着物 0.27 g 或いは非吸着物 1.35 g を添加したものを，それぞれ孵化後 1 ケ月より 6 週間与えたところ，吸着物は生長促進効果を示したが，非吸着物は全く効果が認められなかつた。
3. 試験雛を解剖した結果，吸着物は生長と生殖腺の発達を併行的に促進するが，非吸着物は生殖腺の発達に選択的に作用するようにみえる。

本研究は昭和 26 年度の文部省科学試験研究費で支弁した。なお材料の調整並びに飼育に協力された菅原憲典，土井良平次郎，原田悠三，広渡一之，合屋正，行徳志信，松尾信一の諸氏に深謝の意を表す。

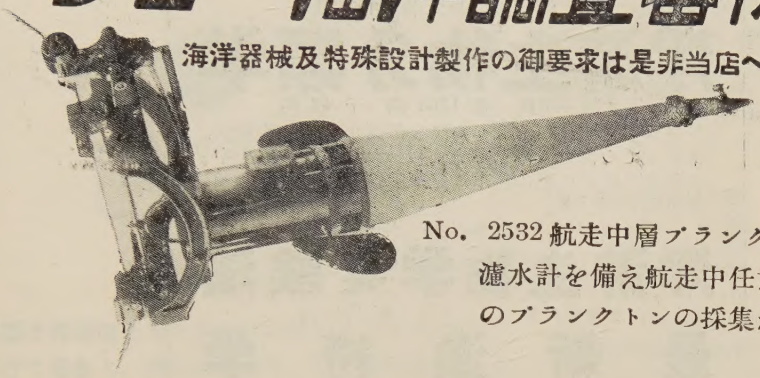
文　　献

1. 富山哲夫・米　康夫・加藤嘉太郎・苅田　淳・小柳武夫・内田正五郎・加藤五郎・田中佐朔：本誌，**21**, 429 (1955).
2. E.L.R. Stokstad, T.H. Jukes, J. Pierce, A.C. Jr. Page and A.L. Franklin : *J. Biol. Chem.*, **180**, 647 (1949).
3. T. Tomiyama and Y. Yone : *Proc. J. Acad.*, **29**, 178 (1953).

R.M.S.

リゴー海洋調査器械

海洋器械及特殊設計製作の御要求は是非当店へ



No. 2532 航走中層プランクトンネット。
濾水計を備え航走中任意の深さ
のプランクトンの採集が出来ます。

株式会社 離合社

本　　社　東京都千代田区神田鍛冶町1～2丸石ビル4階
TEL (25) 0773・1513
大阪営業所　大阪市北区同心町1～15　TEL (35) 8019
工　　場　東　京　・　浦　和

全3巻　遂に完成　12月発行

京都大学教授　松原喜代松著

魚類の形態と檢索

全三巻　A5判　防水ビニール特装
第Ⅰ巻　(既刊)　本文 790 頁 (挿図 289)
第Ⅱ巻　本文 590 頁 (挿図 247)
語彙・学名索引・和名索引 230頁
第Ⅲ巻 (図版)　461 図　136 頁

本年四月第Ⅰ巻の発刊せられるや，学界・業界に極めて大きいセンセイションをおこした本書の，第Ⅱ巻及び第Ⅲ巻(図版)を発刊することをお報せします。数えきれぬ障害を突破して，ともかく予定通りに完結発行できたことは，ひとえに，各位の絶えざる御支援によるものと更めて感謝の意を表する次第です。
内容が予想外に尨大となったことと，読者の便宜とを考慮して，図版を別冊として全3巻に改めた。しかし，価格の増加をさけるため第Ⅲ巻(図版)の製作実費だけの金額を加えて第Ⅱ・Ⅲ巻の合併定価としたので，図版だけの販売はおことわりせざるを得ない。
なお完成記念として，12 月中に限り下記の通り特別価格で頒布しいさゝかなりと御後援に対する謝意を表したいと存ずる。

定価　第Ⅰ巻　3,200円　完成記念　全3巻　6,500円
第Ⅱ巻 (第Ⅲ巻共) 3,800円　特別価格 (12月中)　第Ⅱ巻 (第Ⅲ巻共) 3,500円

東京神田 駿河台下　石崎書店　振替東京 79048

FISH MORPHOLOGY AND HIERARCHY

by
K. MATSUBARA
Prof. of Kyoto Univ.
(COMPLETE IN 3 VOLS.)

This is a remarkable result of the reserches in which prof. Matsubara put so much life and energy for the past twenty-eight years
This is the only book on the Fish Hierarchy in Japan. The hierarchy contained in this book covers all kinds of fish, with illustrations, which were found in Japan and the adjacent regions up to the end of 1954.
Ⅰ) 790 pp. (239 figs.)
Ⅱ) 820 pp. (247 figs., index)
Ⅲ) 461 pls.
Price $30.00
$ 14.00 for vol. Ⅰ
$ 16.00 for vols. Ⅱ and Ⅲ

ISHIZAKI SHOTEN
Publisher
24. 3-chome, Kanda
Ogawa-mati Chiyoda-Ku
Tokyo, Japan

理学博士　小久保清治著

浮游生物分類学

A5判 520頁　価 1200 円　〒 48 円

プランクトンの研究に生涯を傾倒せられた著者が，最近までの研究成果を綜合せられた分類学。本文中百数葉の挿図に更に巻末に分類図版集を掲載。水産学生向き専門書。

理学博士　小久保清治著　A5　価 200 円

浮游生物学実験法

長棟暉久著　A5　価 750 円

最新漁撈学

奥田　譲・大谷武夫著　A5　価 350 円

水産食品製造化学

奥田　譲・荒井玄蕃著　A5　価 380 円

魚油製造法

川口武男・岡田光世著　A5　価 200 円

罐詰学

福永範一著　A5　価 320 円

製塩及苦汁工業

秋吉利雄著　A5　価 380 円

航海天文学の研究

東京都新宿区四谷三栄町8　恒星社厚生閣　振替東京 59600

昭和三十一年三月二十日 印刷
昭和三十一年三月二十五日 発行

第二十一巻 第十一号

本号定価 160 円（送料別）

編集兼発行者　右田正男

東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内

発行所　日本水産学会

東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座　東京 59529番

印刷者　加藤松次

印刷所　株式会社 東海書房

発売所　株式会社 東海書房
東京都中野区江古田3の1223
電話 中野 (38) 4101

海底写眞機

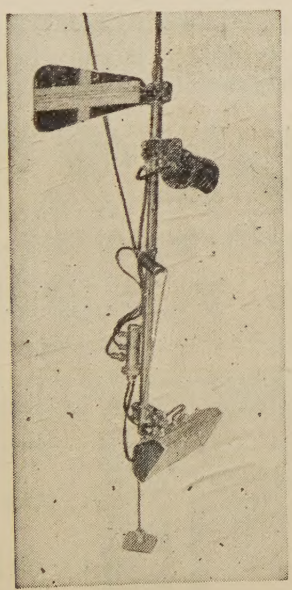
PAT. No. 190739

特　徴

海底写眞機には

懸吊型と浮揚型とあり前者は舷側からワイヤーで吊下げて撮影し，撮影に必要な一切の操作は船上より遠隔操作で行う。後者は撮影を終ると自動的に浮上する構造のものである。前者の撮影深度は大体 200 m 以内で後者は 600 m 以内であるが特殊の目的には更に深度のものもある。いづれも連続撮影可能である。

（携帯至便）



（カタログ進呈）

株式会社 **科學研究所**

東京都文京区駒込上富士前町 31 番地

TEL 大塚 (94) 1131——9

T.S.K 鶴見精機製

海洋調査観測用機器と航海計器

（捲上機）（測深儀）航海用及調査用

（手　動）250M——550M 三種

（携帯用）（河川，湖沼，石油井用）
200M。T. S. 0. 0. 型1/2馬力
T.S. バッジサーモグラフ用電動捲上機 1.5馬力

（電　動）T.S. 0 型　550M　2馬力
T.S. I 型　1500M　2馬力
T.S. II 型　3000M　3馬力
T.S. III 型　3000M–5000M 5馬力及10馬力
T.S. ヘビーデイプ海洋調査用電動捲上機 15及30馬力

（自記験汐器）（水位計）水圧式，フュース式，ステブンソン式

（採水器）ナンセン式，エクマン式，北原B号，ゴム二重筒表面採水器，T.S.トーメイ顛倒採水器（プラスチック製両目，岩宮式）T.S.精密採水器（水平型）

（T.S.水深・水温記録計）（T.S.バッシサーモグラフ）100M. 200M. 300M.

（顛倒寒暖計）防圧，被圧，検定付

（油井用連装採水器）（蔵田氏噴井用点灯回転計）

（水色計）T.S.水色計（南日式）

（傾角度盤）深度更正表付

（採泥器）2Mピストンコーアサンプラー，ドレッヂ，スナッパー式，岩宮式筒型

（プランクトン採集器）表層，中層用，植物プランクトン用
元田，井上式垂直各層別採集器
中井，岩宮式曳航採集器（濾水計，デプスメーター付）中井式プランクトンネット用濾水計（発停装置付）

（深度計）岩宮 2 号，6 号

（流速計）エクマンメルツ式，プライス電音式
T.S.自記流向流速計・港研数点流速記録計
T.S. 隔測流向流速記録計，南日式電管流速計

（波高計）T.S.小型波速計（各層連装式）

（測程儀）特許，運輸省型式承認済T.S.-E型シップログ
T.S.サイドログ

◎ 其他の海洋調査観測器機

◎ T.S.ステアリングスタンド，テレグラフ，其他の航海計器

株式会社 **鶴見精機工作所**

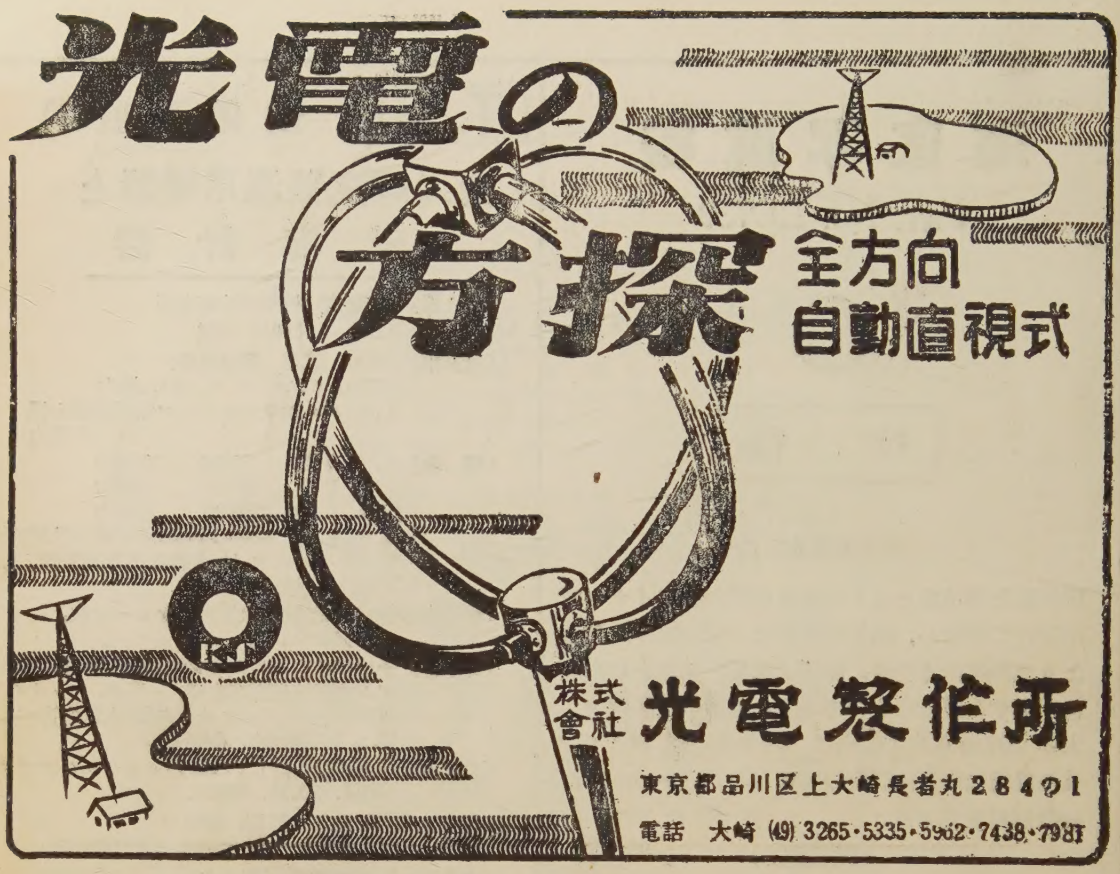
本社及工場　横浜市鶴見区鶴見町 1506

電話 鶴見(5) 2028

出張所　東京都港区芝新機二丁目三八番地　電話 芝(43) 6035番
神戸市生田区海岸通二丁目二四番地（(株)岸計器製作所内
電話 元町 7998 番
下関市西細江町（市民館内日本民衆産業(株)下関営業所内
電話 0045 番
函館市末広町三四番地（株式会社本郷商店内）
電話 1584 番　2447 番

光電の方探

全方向
自動直視式



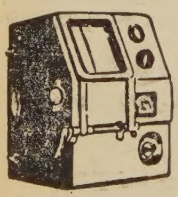
株式會社 光電製作所

東京都品川区上大崎長者丸284の1

電話 大崎 (49) 3265・5335・5962・7438・7987

フィッシュスラフ

NECの
小型魚群探知機



小型軽量
取扱簡便
価格低廉

営業種目

各種音響測深機
各種魚群探知機
漁業用連絡無線
電気水温計

総取扱店

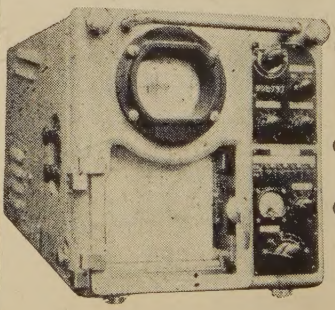
海上電機株式會社

本社営業所　千代田区神田錦町1ノ19
支店　下関
出張所　神戸・清水・小樽

サンケンの最新型魚探機

テレビグラフ

映像・記録併用式
かつお…まぐろ…底曳に最適



特長

○ 魚探をしながら測深が出来る

○ 拡大探知が可能。

○ 一合分の値段で2合分の働き。

（カタログ進呈）

沼津市千本郷林1907　TEL（沼津）1626

株式会社 産研 産業科學研究所

東京事務所　東京都品川区上大崎長者丸284の1
TEL（大崎）7438